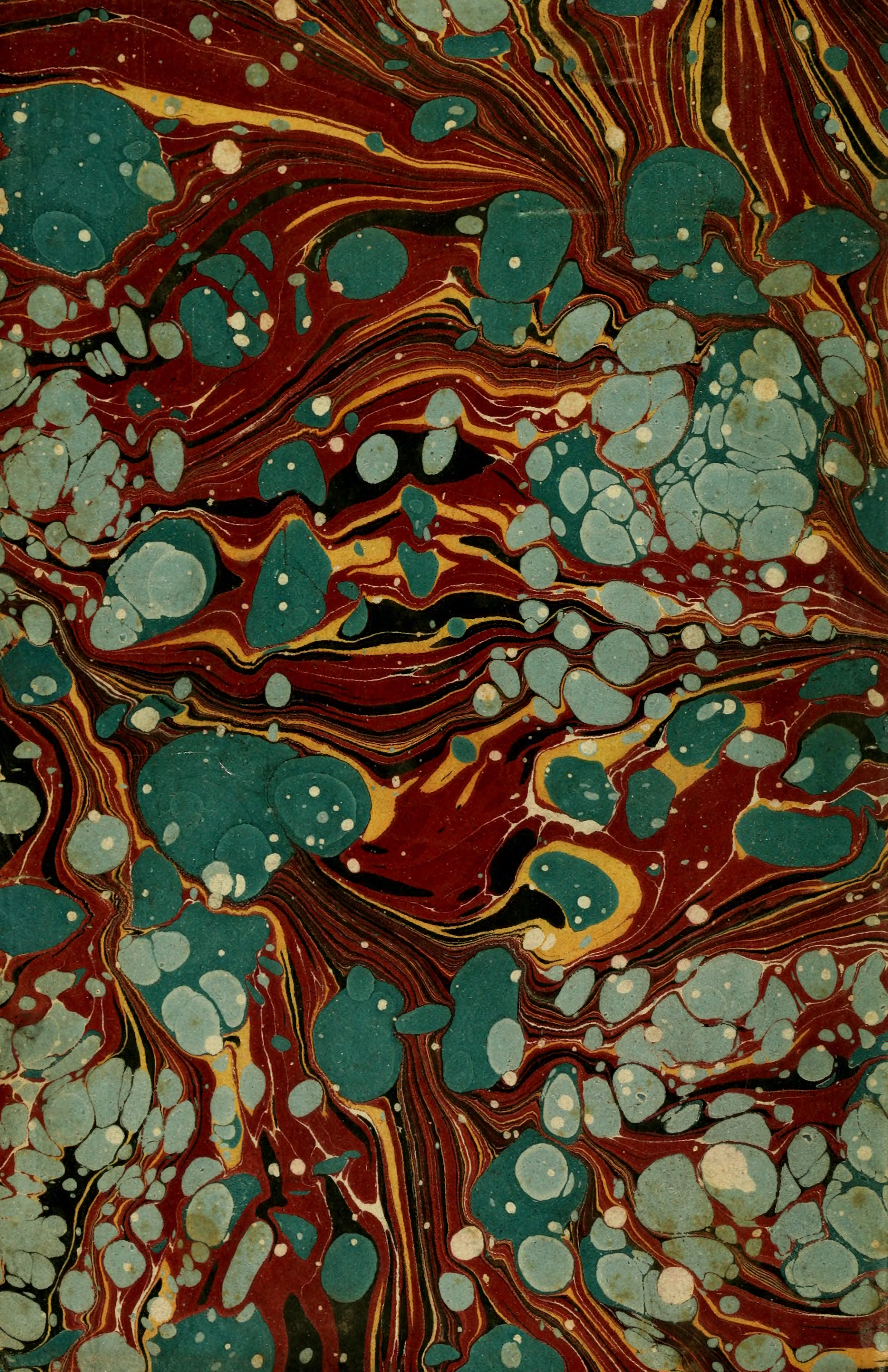
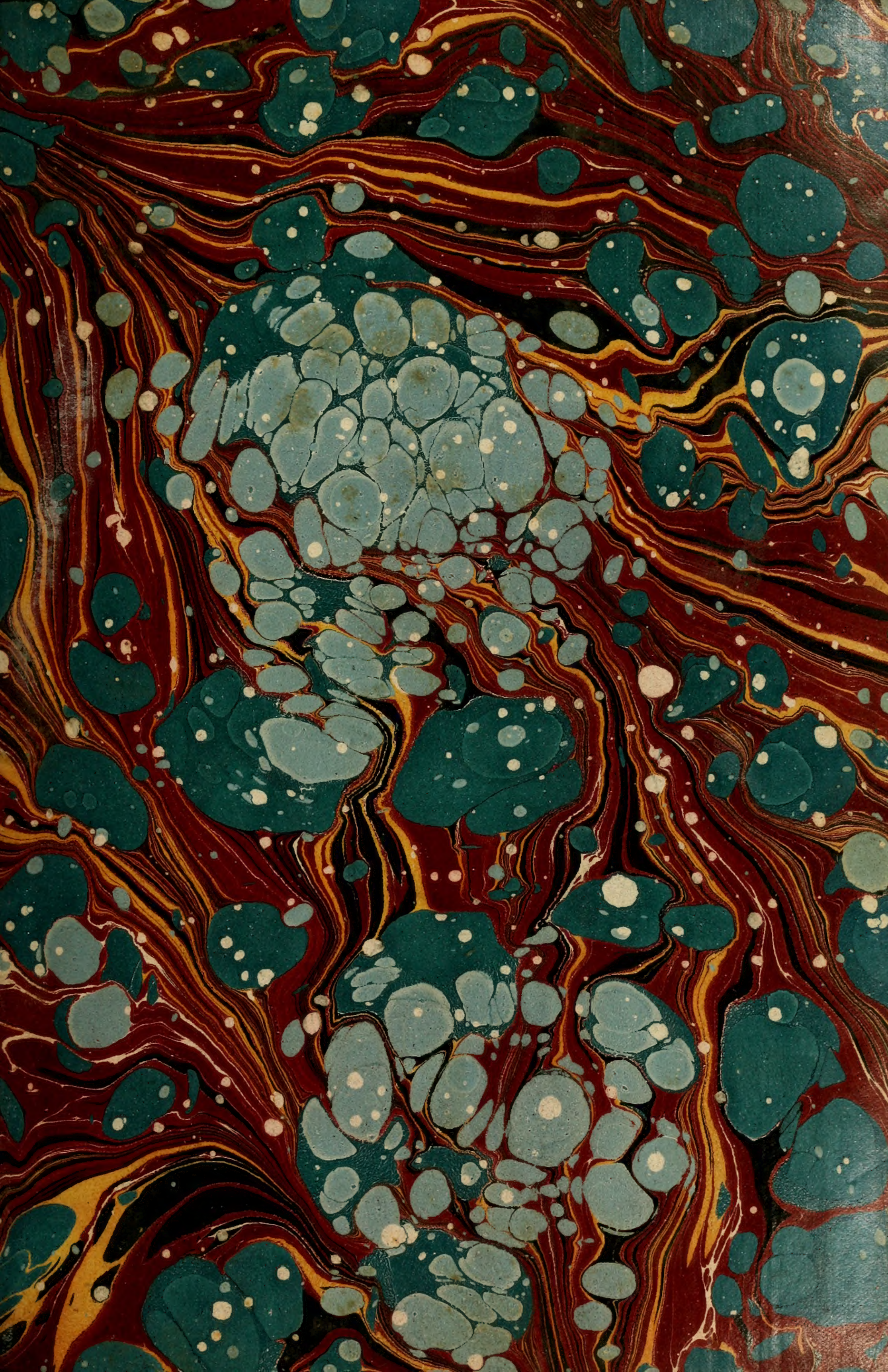
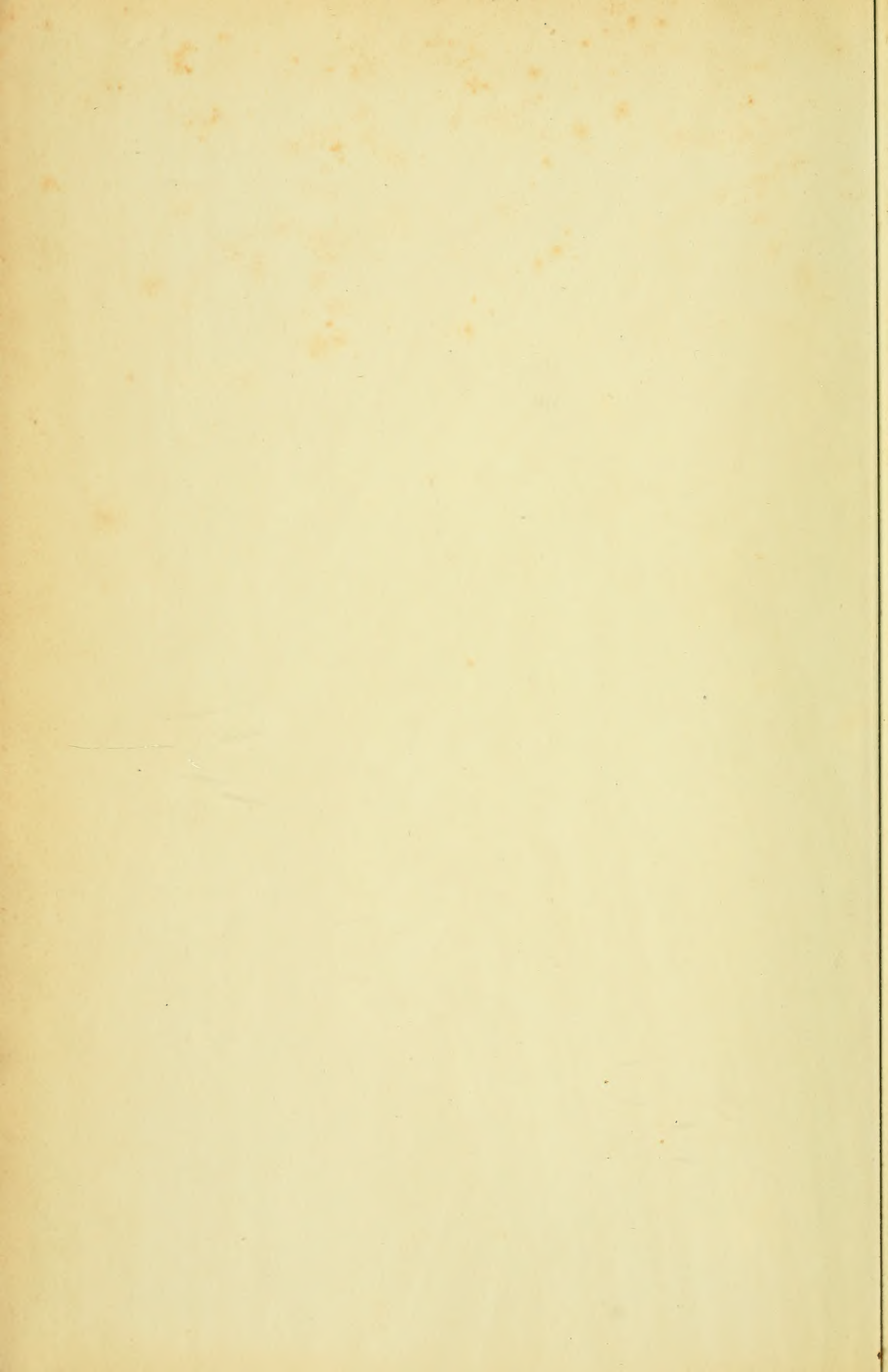
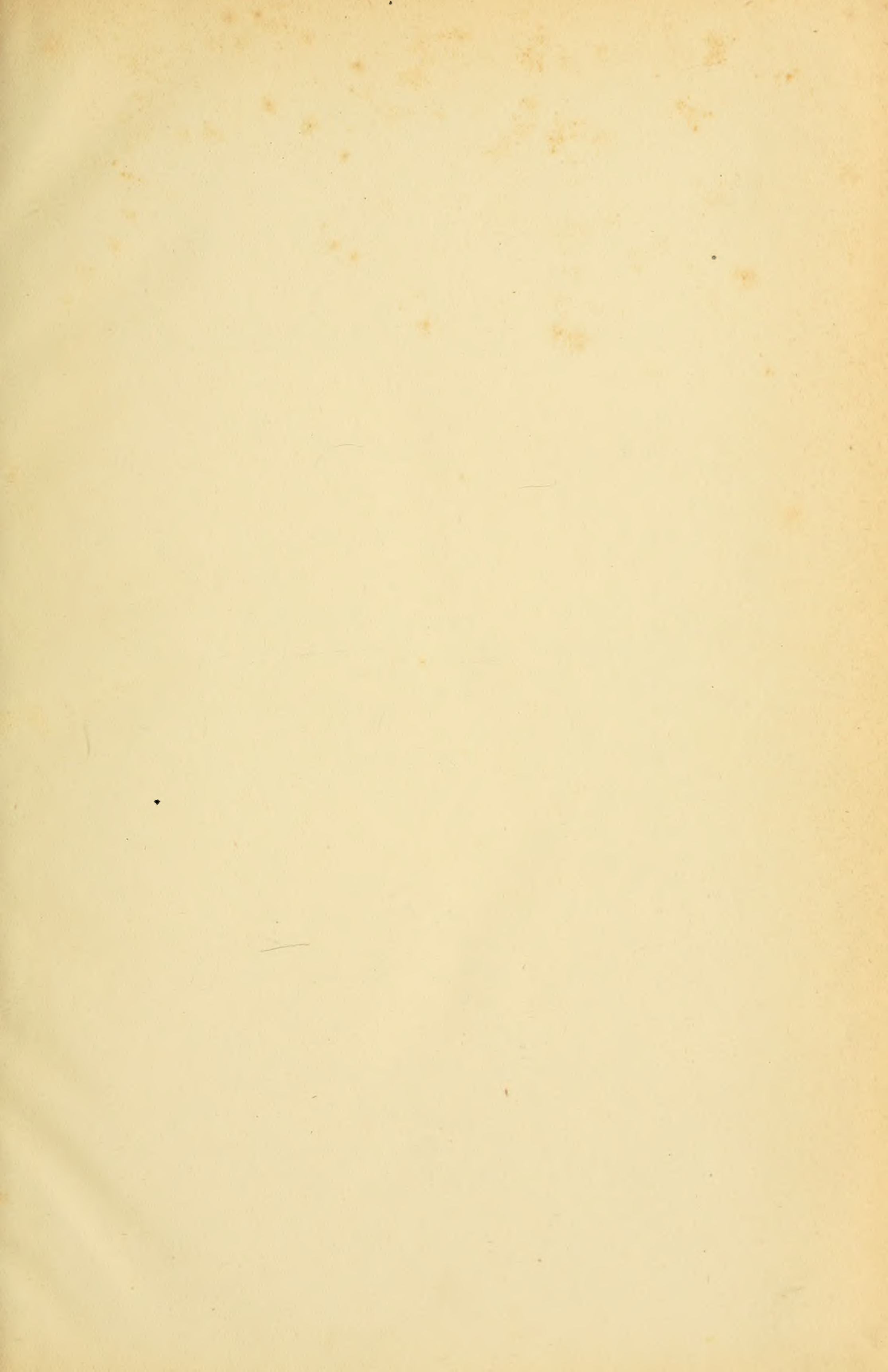
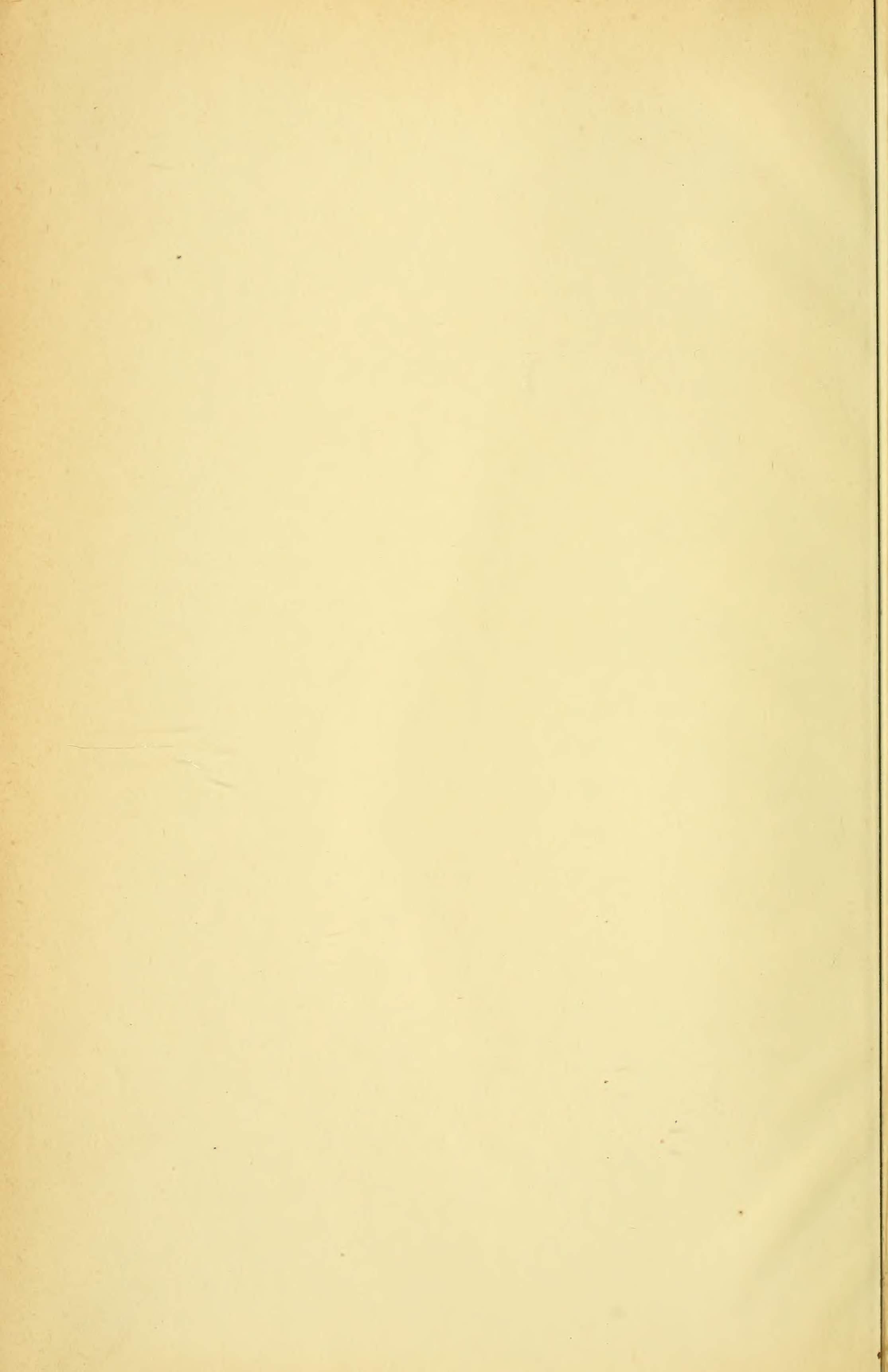












Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Achter Band.

Mit 28 Tafeln und 5 Holzschnitten.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1872.

Inhalt.

Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthiereie.

Von

Dr. **Joseph Oellacher**, Prosector u. Privatdocent in Innsbruck.

Hierzu Taf. I.

Schon bevor der durch Prevost und Dumas am Batrachiereie entdeckte Vorgang der Dotterfurchung an den Eiern anderer Thiere beobachtet worden war, ja lange bevor man denselben seinem wahren Werthe nach aufzufassen begonnen hatte, interessirte die Frage nach dem endlichen Schicksale des Keimbläschens die Embryologen und Physiologen auf das Lebhafteste. Das Keimbläschen sollte nach der damaligen Ansicht wahrscheinlich in allen Eiern, zuverlässig aber in einer grossen Anzahl, die direkt zu Untersuchungen gedient hatten, „verschwinden," d. h. aufgelöst werden, und zwar „vor" der Befruchtung, also unabhängig von derselben. Die Frage nach dem Schicksale des Keimbläschens gewann aber erst ein erhöhtes Gewicht, nachdem man sich über seine Bedeutung als Zellkern klar geworden war, nachdem der Prozess der Furchung an einer grossen Anzahl von Eiern beobachtet, als Zelltheilung interpretirt und durch Remack und Kölliker in seiner wahren Bedeutung erkannt worden war, indem die genannten Forscher die direkte Abkunft aller Embryonalzellen von den Furchungskugeln durch fortgesetzte Theilung bewiesen. Die damalige Anschauung verlangte, dass der Theilung jeder Zelle die Theilung des

Kernes vorausgehe. Diesem Dogma gegenüber musste die als erwiesen geltende Thatsache des Schwindens des Keimbläschens oder des Kernes der Eizelle vor deren Theilung um so mehr befremden, als es gerade die ersten Furchungskugeln der Batrachier und die embryonalen Blutkörperchen des Huhnes waren, an denen man die der Zelltheilung voraufgehende Kerntheilung beobachtet und erwiesen zu haben glaubte.

Da trat im Jahre 1852 Johannes Müller mit der bestimmten Behauptung auf, dass das Keimbläschen des Eies von Entoconcha mirabilis nicht schwinde, sondern sich theile und die Kerne der ersten beiden Furchungskugeln aus sich entstehen lasse.

Dieser Beobachtung folgten zunächst ähnliche von Leydig für die Eier der Rotatorien und nun tauchte auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Weichthiere bis in die neueste Zeit so zu sagen eine Beobachtung nach der andern auf von Keimbläschen, die nicht schwinden, sondern sich bei der Furchung theilen.

Im Gegentheile hiezu sprechen sich alle jene Forscher, die an den Eiern von Wirbelthieren arbeiteten, für die Purkinjé-Baer'sche Ansicht aus, und erst in neuester Zeit wurde eine gewichtige Stimme laut für die entgegengesetzte Ansicht selbst bei dieser Thierklasse.

Gestützt auf zahlreiche eigene Beobachtungen und ebenso viele fremde bei den Eiern von Wirbellosen, so wie auf eigene Untersuchungen am Säugethiereie betrachtet es E. van Beneden als höchst wahrscheinlich, dass bei den Eiern aller Thiere das Keimbläschen die Mutter aller Zellkerne sei, sowie die Eizelle selbst die Mutter der Furchungskugeln und aller Zellen des Thierleibes überhaupt ist.

Grösstentheils stützen sich die Beobachtungen über das Verschwinden des Keimbläschens darauf, dass man es zu einer gewissen Zeit nicht mehr sieht, und noch weniger isoliren kann. E. van Beneden schreibt das erstere in den meisten Fällen einer Verdichtung des Dotters zu, der sich contrahirt; er lässt es aber unentschieden, ob nicht in gewissen Fällen am Keimbläschen selbst Veränderungen vor sich gehen, die bewirken, dass es sich vom Dotter nicht mehr abhebt, und ich glaube hinzufügen zu dürfen, dass es bei Isolations-Versuchen vielleicht zerstört wird. E. van Beneden stützt seine Ansichten in diesen Fällen mit der grossen Aehnlichkeit des Bläschens in Gestalt und Dimensionen vor seinem zeitweiligen Verschwinden und nach seinem Wiederauftauchen und da-

mit, dass ein neuer Kern doch erst kleiner sein müsse als das Keimbläschen war.

Ich glaube die ersteren Gründe sind nicht stichhaltiger, als die letzteren. Wenn aber E. van Beneden vermuthet, dass das Verhalten des Keimbläschens in den Eiern aller Thiere dasselbe sei, so kann ich mich nur zu derselben Vermuthung bekennen. Allein gerade desshalb kann ich um so weniger umhin, Thatsachen mitzutheilen, welche mir viel eher für ein Verschwinden des Keimbläschens bei den Eiern der Wirbelthiere wenigstens zu sprechen scheinen, Thatsachen, die mit ähnlichen aus älteren Beobachtungen resultirenden sehr gut übereinstimmen. Allerdings betreffen dieselben zumeist Thierklassen, welche E. van Beneden gar nicht untersuchte, wie Mollusken, Batrachier und Knochenfische, wesshalb er auch die hierher gehörigen Beobachtungen v. Baer's am Batrachier- und Hühnereie und am Eie der Anodonta nicht erwähnt. Ich komme auf dieselben am Schlusse meiner Abhandlung zu sprechen, indem ich meine Beobachtungen am Forellen-Eie, welche mir an und für sich und in Rücksicht auf die angewandte Methode am belehrendsten zu sein scheinen, voranstelle.

Am 10. November des verflossenen Jahres 1870 nahm ich an dem Rogen einer viertelpfündigen Bachforelle die künstliche Befruchtung vor.

Die Eier, die ich zum Behufe meiner Untersuchungen von Zeit zu Zeit aus dem Brütapparate nahm, präparirte ich in der folgenden Weise: Ich legte selbe in eine schwache Chromsäure-Lösung, in welcher sie nie länger als 18—24 Stunden blieben. An solchen Eiern kann man den Keim durch die Eihaut als einen lichten Fleck durchscheinen sehen, und ist dadurch ein hinreichender Anhaltspunkt gegeben, um ihn beim Abziehen der Eihaut nicht zu verletzen. Die Eihaut selbst ist noch zähe und umschliesst den erhärteten Dotter nur lose, daher es leicht gelingt, dieselbe unter Wasser mit Pincetten anzufassen, zu zerreissen und abzuziehen.

Die Konsistenz, welche die Dotterkugel sammt dem Keime durch diese Behandlung mit Chromsäure angenommen hat, erlaubt nun beide Theile in beliebiger Weise zu zerschneiden, und namentlich den Keim mit dem Rasirmesser in beliebig feine Schnitte zu zerlegen. Zu diesem Zwecke schneide ich das den Keim tragende Segment der Dotterkugel gleichfalls unter Wasser mit einem kleinen Scalpelle ab. Ein solches Segment eignet sich wegen seiner Form

sehr gut, um die Oberfläche des Keimes im auffallenden Lichte unter dem Microscope zu betrachten, so wie es auch aus demselben Grunde sich fest in eine Einbettungsmasse einschliessen lässt.

Zu diesem Behufe entwässere ich das Object in absolutem Alkohol, lege es hierauf, bis es hinlänglich durchtränkt ist, in Terpentin und verfahre dann in der genugsam bekannten Weise. Erwähnen will ich nur noch, dass solche erhärtete Eier im Wasser sich Tage und Wochen lang gut aufbewahren lassen, ohne dass sie dabei irgend welche störende Veränderung erleiden, die bei der Beobachtung im auffallenden Lichte oder beim Schneiden beirren könnte.

Die Eier, die ich zunächst untersuchte, waren wenige Stunden nach der Befruchtung oder richtiger nach der Besaamung dem Brütapparate entnommen, oder es waren solche, die ich, ohne sie mit dem Saamen in Berührung zu bringen, in die Chromsäure gelegt hatte. Der Keim solcher Eier erschien, von der Oberfläche gesehen, als eine weissliche oder gelbliche Masse von kreirunders oder seltener zackiger Begrenzung gegen den Dotter und prominirte derselbe über die Dotterkugel meist nur unbedeutend oder gar nicht. Die gewölbte Oberfläche des Keimes erschien meist uneben, wie von seichten engen Furchen kreuz und quer durchzogen. (Fig. 1 u. 2 a.) Auf Durchschnitten zeigte der Keim nach aussen eine schwach convexe Begrenzung, nach innen gegen den Nahrungsdotter hin ist dieselbe sehr unregelmässig, im ganzen aber immer stark convex. Der Keim liegt also fast mit seiner ganzen Masse in einer Grube des Nahrungsdotters. Auf den Durchschnitten ist der Keim gegen den Dotter, wie erwähnt, sehr unregelmässig begrenzt; es ragt nämlich die Masse des letzteren in die des ersteren stellenweise tiefer hinein, so dass gewisse Partien derselben wie in rundliche Buchten des Keimes eingefügt erscheinen; häufig liegen dann noch Klumpen von Dottermasse ganz und gar in den peripheren Schichten der Keimmasse eingeschlossen, so dass dieselbe am Rande vielfach von Dottermasse durchbrochen und durchsetzt erscheint. Die Masse des Keimes selbst besteht aus einer feinkörnigen Substanz.

In der beschriebenen Weise zeigte sich der Keim an der Mehrzahl der in den ersten Stunden nach der Besaamung dem Brütapparate entnommenen Eier.

Unter denselben fand sich jedoch eine nicht gerade unbeträcht-

liche Anzahl, deren Keim in der Flächenansicht sich durch ein eigenthümliches Merkmal auszeichnete.

Mitten auf demselben konnte man nämlich im auffallenden Lichte und bei schwacher Vergrösserung (Hartnack S_4 O_3) einen rundlichen grauen Fleck wahrnehmen von 0,4 mm. Durchmesser (Fig. 1 b). Dieser Fleck schien bei genauer Besichtigung einem der Keimoberfläche aufgelagerten Gebilde zu entsprechen; er nahm sich aus, wie ein dem Keime aufliegendes zartes Schleierchen, das sich allen Unregelmässigkeiten des Keimes innig anschmiegt, und sie somit nachahmt. An den meisten solcher Keime erschien das beschriebene Schleierchen durchaus gleichartig, nur an einigen bemerkte man gelbe, etwas ins grünliche stechende, runde Flecke, die den Anschein hatten, als lägen sie in der Masse des Schleierchen selbst (Fig. 2 d). In diesem Falle war die Oberfläche des Keimes unter dem Schleierchen meist tiefer geklüftet, so dass dieselbe deutlicher als sonst in unregelmässige, rundliche oder längliche, convex prominirende Felder getheilt erschien, in denen, je nach ihrer Grösse, einer oder zwei jener gelblich grünen Flecken lagen.

Das Schleierchen schien sich hier den Erhabenheiten und Vertiefungen der Keimoberfläche fast noch inniger anzuschmiegen, so dass ich es nur mit Mühe als solches erkennen konnte. — Was nun das in beiden Fällen vorhandene grauliche Schleierchen anbelangt, so zeigten feine Durchschnitte durch dasselbe folgendes: An der freien Oberfläche des Keimes war in der Mitte (Fig. 3 b) ein feiner hyaliner Saum aufgelagert, dessen Ausdehnung in die Länge an Mediandurchschnitten dem Durchmesser des Schleierchens im Flächenbilde entsprach. Der Saum war in der Mitte am dicksten 0,006 mm., verschmächtigte sich nach beiden Seiten und endete mit scharfen, zugespitzten Rändern. In seiner ganzen Ausdehnung schmiegte sich derselbe an alle Erhabenheiten und Vertiefungen des Keimes an und zeigte daher in seinem Verlaufe wellenartige Biegungen oder mitunter (wie in den Durchschnitten aus Fig. 2) scharfe Knickungen, entsprechend den seichtern oder tiefern Furchen der Keimoberfläche (Fig. 4 b).

Es ist kein Zweifel, dass wir es in diesem Saume mit nichts anderem zu thun haben, als mit dem Durchschnitte jenes graulichen Fleckes in der Mitte der Oberfläche des Keimes, und somit kann auch kein Zweifel bestehen, dass jener Fleck eine der Mitte der Keimoberfläche aufgelagerte, dünne Masse darstellte.

Bei gewöhnlichen starken Vergrösserungen, wie Hartnack S. Nr. 7, bemerkt man in dem geschilderten hyalinen Saume eine feine senkrecht zur Oberfläche des Eies stehende Streifung (Fig. 3 und 4 b). Bei genauer Untersuchung sieht man, dass dunklere und hellere feine Streifen mit einander abwechseln, dass somit der ganze Saum abwechselnd aus dunkeln und hellen pallisadenförmig aneinander gereihten Stücken zu bestehen scheint. Beobachtet man an sehr dünnen Schnitten mit Hartnacks System Nr. 8 oder 10 à l'immersion, so sieht man bei wechselnder Einstellung des Tubus scheinbar einen und denselben Streif bald dunkel, bald hell werden.

Scharfe Grenzen zwischen zwei benachbarten Streifen konnte ich aber nur bei gewissen Einstellungen wahrnehmen, verrückte ich jedoch den Tubus, so schien es, als ob die hellen Streifen continuirlich in die dunklen übergingen. Ich halte es daher für wahrscheinlich, dass die Streifung der Ausdruck von Porenkanälen ist, welche den hyalinen Saum und somit das dem Keime aufgelagerte Schleierchen durchsetzen.

Im Flächenbilde gesehen zeigen Stücke des Schleierchens im durchfallenden Lichte eine äusserst feine Punktirung. Flächenbilder konnte ich nämlich auch mitunter an senkrechten Schnitten erhalten, indem sich ja das Schleierchen in Vertiefungen des Keimes einsenkt, so dass es auch auf solchen Durchschnitten stellenweise seine Oberfläche dem Beschauer zukehrt. An solchen Stellen kann man dann oft unter successiver Hebung oder Senkung des Tubus den Uebergang des Flächen-Bildes in das Durchschnitts-Bild verfolgen.

Dadurch wird man vor einer etwa möglichen Verwechslung der feinen Punktirung im Flächenbilde des Schleierchens mit der ohnehin weniger feinen Granulation der darunter liegenden Keimmasse völlig gesichert.

Demnach glaube ich also die dunklen Streifen des Durchschnittsbildes und die dunklen Punkte des Flächenbildes auf einander beziehen und als den Ausdruck der Lumina von Porenkanälen auffassen zu dürfen, während ich die hellen Streifen als die Wände der Kanäle ansehen zu müssen glaube.

An Durchschnitten durch Bilder wie sie Fig. 2 zeigte, erschienen die gelben Flecke als halbkugelförmige Gebilde von der Farbe der Blutkörperchen des Frosches im durchfallenden Lichte gesehen, also gelblich grün (Fig. 4).

Sie schienen mir an der äusseren Oberfläche des Schleierchens und zwar in halbkugeligen Vertiefungen zu liegen.

Was das Schleierchen bedeute, darüber konnte ich mir vor der Hand keinerlei Vorstellung machen, bis mir aus einer Reihe von Beobachtungen die Abstammung desselben völlig klar wurde. Bevor ich jedoch daran gehe, diese letztere zu beschreiben, will ich noch jene Thatsachen beibringen, die es erlauben, die Bedeutung unseres Gebildes am Forelleneie, wenigstens nach einigen Richtungen hin, schon im voraus zu begrenzen.

1) Ich fand dieses Gebilde an den Eiern der viertelpfündigen Forelle vom 10. Nov. 1870 sowohl an besaamten, als an solchen Eiern, welche ich unbesaamt erhärtete. Das Schleierchen findet sich somit an notorisch unbefruchteten Eiern.
2) An andern Eiern derselben Forelle und zwar an der Mehrzahl fand ich es nicht oder in Auflösung begriffen. Daraus geht zunächst hervor, dass es kein Product der Befruchtung des Eies ist, sondern eher mit derselben zu schwinden scheint.
3) Die Eier, die ich untersuchte, stammten aus dem Beginne der Laichzeit, welche von Anfang November bis Ende Dezember währt; ich konnte daher theilweise wenigstens mit unreifen Eiern zu thun haben, und dafür sprach auch die grosse Anzahl steriler Eier, die ich neben den befruchteten durch die ganze Brützeit hindurch in meinem Apparate fand. Waren es aber unreife Eier, welche das Schleierchen zeigten, so war es am wahrscheinlichsten, dass das fragliche Gebilde mit den Entwicklungs- oder Reifungsvorgängen des Eies zusammenhing. Dafür kann ich mich auf weitere und gleich mitzutheilende Beobachtungen hin schon jetzt aussprechen.

Unter den Eiern jener Forelle, die ich ohne sie zu besaamen, also unbefruchtet untersuchte, fand sich eines, dessen Keim in der Mitte seiner Oberfläche ein kleines dunkles Pünctchen zeigte. Dasselbe nahm sich bei Oberbeleuchtung mit System 4a Ocular 3 von Hartnak wie ein kleines Loch aus, das von einem matten schmalen Saume auf der Oberfläche des Keimes umgeben erschien. Ein durch die Gegend, in der sich jenes Loch befand, geführter etwas schräger Schnitt zeigte den Keim, wie ich ihn an den früheren Eiern geschildert habe; nur war die Oberfläche in der Mitte hier etwas eingesunken (Fig. 5).

An dieser Stelle mündete auf der Oberfläche des Keimes ein

Bläschen mit rundlicher 0,07 mm. weiter Oeffnung. Dieses Bläschen (Fig. 5 b) war im Uebrigen ganz vom Keime umschlossen und mass 0,18 mm. in die Quere auf 0,11 mm. Tiefe. An demselben konnte man bei verschiedener Einstellung des Tubus deutlich eine dicke, etwas faltige Membran und einen geballten Inhalt unterscheiden. Dort wo das Bläschen an der Oberfläche des Keimes mit einer runden Oeffnung mündete, zeigte sich seine Membran verschmächtigt und war sie rund um die Mündung auf der Keimoberfläche ausgeschlagen. Die Mündung des Bläschens schien somit wie von einem mit scharfem Rande endigenden Saume umgeben. Wo es die Verhältnisse des Schnittes gestatteten, konnte man allenthalben im optischen Durchschnitte der Membran dieses Bläschens eine senkrechte feine Streifung wahrnehmen, ganz ähnlich jener, wie ich sie an den Durchschnitten des früher beschriebenen Schleierchens beobachtete. Am Saume, den die Membran um die Mündung des Bläschens bildete, war dagegen, so weit sie sich stück weise im Flächenbilde zeigte, eine der Streifung entsprechende Punktirung zu sehen, ebenfalls wie sie das Schleierchen im Flächenbilde aufwies. — Der Gedanke, dieses Bläschen als Keimbläschen aufzufassen, lag gewiss nahe genug und um so näher, als wir ja wissen, dass das Keimbläschen des Hühner-, wie des Batrachier- und Säugethiereies gegen das Ende der Reife der Eier an der Oberfläche des Keimes liegt; und da andrerseits feine Punktirungen in der Membran des Keimbläschens von Fischeiern schon von Koelliker (Gewebelehre 1867 pg. 18) gesehen und als Oeffnungen oder Poren gedeutet wurden [1]).

Dies veranlasste mich nur um so mehr, die Membran jüngerer Keimbläschen aus den Eierstockseiern der Forelle auf eine ähnliche Beschaffenheit zu untersuchen.

Eine Forelle, deren Laich ich im Dezember befruchtete, bot mir hiezu Gelegenheit. Ich untersuchte die Eierstockseier derselben zuerst frisch, wobei ich aber selbst an isolirten Keimbläschen nicht sofort zum gewünschten Resultate kam. Ganz nach Wunsch jedoch fiel dasselbe aus an Eiern, die ich noch im Eierstocke in Chrom-

---

1) Aehnliches giebt Koelliker l. c. von Zellkernen der Spinngefässe der Raupen an, ferner wurde an den Kernen gewisser riesiger Zellen im Fettkörper von Phryganea grandis von Leydig ebenfalls eine feine Strichelung u. Punktirung gesehen und auf Poren-Kanäle gedeutet. (Histologie 1857 pg. 14.)

säure erhärtete und deren Keimbläschen ich hierauf auf Durchschnitten untersuchte. Die Eierstockseier, an welchen ich das, was ich suchte, fand, massen im Durchschnitte von 0,1 mm. bis 0,2 mm. Dieselben zeigten im erhärteten Zustande auf Durchschnitten folgende Struktur: Der Follikelwand lag ringsum zunächst eine circa 0,01 mm. breite Zone einer feinkörnigen Substanz an (Fig. 6 a), die sich in Carmin gut färbte. Stellenweise erschien sie durch einen scharfen Contour in zwei concentrische Schichten getheilt, eine äussere und eine innere, die sich aber in ihrem Gefüge kaum unterschieden. Mitunter waren diese Schichten auseinander gedrängt und befand sich zwischen ihnen auf kürzere oder längere Strecken ein länglicher Spalt, ein offenbar durch die Chromsäure hervorgerufener Zwischenraum. Die granulirte Randmasse erinnert in ihrem Aussehen ganz an die Substanz des Keimes der reifen Eier und ich glaube sie mit derselben identisch halten zu dürfen. Nach innen zu erscheint diese Substanz unregelmässig begrenzt und reiht sich an sie ein ebenfalls zweifelsohne künstlich erzeugter hohler, spaltförmiger Raum (Fig. 6 g), der dieselbe von einer centralen klumpigen Masse ohne genau bestimmbare Struktur trennt. Nur nach einer Seite zu stösst diese Masse, die an die Substanz des Nahrungsdotters älterer Eier erinnert, an die feinkörnige Aussenschichte oder die Keimsubstanz.

An dieser Stelle liegt nun stets und zwar excentrisch im Raume des Follikels das grosse schöne Keimbläschen. Dasselbe wird von dem Nahrungsdotter so umfasst, dass es nur mit einer kleinen Stelle seiner Peripherie der feinkörnigen Keimmasse anliegt. Zwischen dem Keimbläschen und dem Nahrungsdotter konnte ich keine der Keimmasse ähnliche granulirte Schichte beobachten, so dass also das Keimbläschen oft von beiden Substanzen des Eies und zwar in bei weitem grösserer Ausdehnung vom Nahrungsdotter direkt umschlossen erscheint.

Ich wage allerdings keineswegs mit Bestimmtheit zu behaupten, dass diese Verhältnisse, wie sie sich an Chromsäure-Präparaten darstellten, noch vollkommen denen am frischen Eie analog sind; allein so viel kann man auch an eben so grossen frischen Eiern erkennen, dass das Keimbläschen im höchsten Grade excentrisch sitzt, dass die feingranulirte Substanz innen die Wand des Follikels überall auskleidet, und dass sie ihrerseits das Keimbläschen sammt einem grossen Klumpen von entschiedenem Nahrungsdotter einschliesst.

Was nun das Keimbläschen anbelangt, so erscheint es schon im frischen Zustande als ein sehr dickwandiges grosses Bläschen. An dem in Fig. 6 abgebildeten Eidurchschnitte misst dasselbe 0,079 mm. im Durchmesser, die Dicke seiner Membran beträgt 0,005 mm. An dieser Membran erkennt man nun mit Hartnacks Systemen Nr. 7 und 8 deutlich eine blasse, radiäre Streifung. Am frischen Präparate ist mir dieselbe nur einmal nachträglich einigermassen deutlich geworden. Ich glaube aber auch auf diese Beobachtung hin annehmen zu dürfen, dass dieselbe kein Kunstprodukt ist. Allein selbst wenn sie es wäre, so müsste mich die Uebereinstimmnng der Struktur an den Chromsäure - Präparaten der Keimbläschen-Membran im Eierstockseie und der unseres Bläschens im frisch ausgestreiften Eie, das ja auch der Wirkung derselben Chromsäure-Lösung ausgesetzt war, dennoch bestimmen, beide Gebilde für identisch zu erklären.

Was den Inhalt des in Rede stehenden Keimbläschens des Eierstockeies betrifft, so ist er am Chromsäurepräparat fein granulirt; die Keimflecke liegen als gelbliche, etwas glänzende Körper der Membran des Bläschens in grosser Zahl an.

Habe ich nun gezeigt, dass unser an der Oberfläche des Keimes offen mündendes Bläschen das Keimbläschen ist, so bleibt mir noch die Aufgabe, den genetischen Zusammenhang zwischen dem Schleierchen unserer Figuren 1 und 2 oder dem demselben auf den Durchschnitten in Fig. 3 und 4 aufliegenden Saume und dem an der Oberfläche offenen Keimbläschen der Fig. 5 herzustellen; denn dass jenes Schleierchen doch wohl die Membran des Keimbläschens sein dürfte, wird der Leser bereits ahnen. Drei Bilder von Eiern, die ich unter vielen vergebens untersuchten fand, werden den ganzen Vorgang, der sich am Keimbläschen vor der völligen Reife des Eies vollzieht, darthun.

Unter den Eiern, die ich kurz nach der Besaamung aus dem Brütapparate genommen hatte, zeigte eines das folgende eigenthümliche Verhalten des Keimes: Im Flächenbilde bei Oberlicht und mit Hartn. Syst. 4 gesehen, zeigte der Keim gegen den Dotter eine unregelmässige zackige Begrenzung (Fig. 7 a). Seine Oberfläche erschien diesmal glatt und prominirte er im Gegensatze zu den früher beschriebenen Keimen mit stark convexer Oberfläche weit über das Niveau der Dotterkugel. Ueberdies war er in der Mitte mit dem grösseren Theile seiner Masse zu einem schiefen,

stumpfen Hügel erhoben, an dessen Kuppe sich eine von einem zarten, wie gekräuselten Saume umgebene Oeffnung von 0,13 mm. Durchmesser befand. Diese Oeffnung führte in eine etwas weitere Höhle (Fig. 7 b′), auf deren Grunde man bei einfallendem Lichte einen kugeligen Körper (Fig. 7 e) erblickte. Ein Durchschnitt durch die Mitte dieses Hügels (Fig. 8) zeigte, dass die Masse des Keimes (a) aus jener Grube im Nahrungsdotter, die sie in der Fig. 5 erfüllt, herausgehoben ist; der nach aussen convexe, in seiner Mitte zum Hügel (a′) erhobene Keim spannt sich mit nach dem Dotter zu concavem Bogen über die Grube hinweg, auf deren Rändern er wie eine fliegende Brücke aufliegt. Die Grube im Dotter erscheint wie von einem rundmaschigen Netzwerke erfüllt (Fig. 8 d), dessen Fäden zwischen der concaven untern Fläche des Keimes und dem ebenfalls concaven, aber entgegengesetzt gekrümmten Boden der Dottergrube ausgespannt sind.

Theils scheinen diese Fäden der Keimmasse anzugehören, theils der Dottermasse, in deren papillenartige Erhebungen sie continuirlich übergehen. Der Keim misst in der Mitte, wo er nach aussen zum Hügel erhoben ist, circa 0,4 mm., an den Seitentheilen 15 mm. in der Dicke. Die Höhle (Fig. 8 b′) im Hügel hat im Durchschnitte eine eiförmige Gestalt und misst 0,15 mm. im Quer- und gegen 0,18 mm. im Längsdurchmesser. Ausgekleidet scheint dieselbe von einer Membran (Fig. 8 b), deren Durchschnitt dieselbe Streifung zeigt, wie der des Schleierchens in Fig. 3 b. Auf dem Boden der Höhle sitzt ein schwach granulirter Körper (Fig. 8 e) auf, von 0,8 mm. Durchmesser; seine Form ist annäherungsweise die einer Kugel mit faltiger Oberfläche.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass jenes Bläschen in Fig. 5 b und die von einer Membran ausgekleidete Höhle in Fig. 8 b′ dentische Gebilde sind; beide stellen das Keimbläschen des Forelleneies dar, das in diesem letzteren Stadium der Entwicklung des Eies mit einer weiteren Oeffnung an der Keimoberfläche mündet. (Früher 0,07 mm., jetzt 0,13 mm.) Auch hier schlägt sich die Membran des Keimbläschens auf die Oberfläche des Keimes um, und bildet jenen gekräuselten Saum um die Mündung der Höhle. Diese erscheint in ihrem ganzen obern Theile erweitert, so dass der Inhalt der früher bläschenförmigen Membran frei als Kugel auf dem Boden der Höhle liegt. — Ein weiteres Stadium Fig. 9 zeigte an der Oberfläche des Keimes (a), der hier aber die Dottergrube erfüllte und

die Oberfläche der Dotterkugel nur unbedeutend überragte, eine seichte, weite Vertiefung ebenfalls mit einem matten Saume umgeben. Auf dem Grunde derselben konnte man diesmal jedoch deutlich zwei kugelige, neben einanderliegende Körper wahrnehmen. Jeder derselben war kleiner als der in der Höhle des vorigen Stadiums und hatte der eine einen Durchmesser von 0.04 mm. der andere von circa 0.05 mm. Auf einem Durchschnitte (Fig. 9′) zeigte die von der gestreiften Membran ausgekleidete Vertiefung im Keime (Fig. 9′b.) schräg nach innen abfallende Seitenwände, die im stumpfen Winkel in den Boden übergingen. Die, die ganze Vertiefung auskleidende Membran setzt sich auch hier als schmaler Saum mit verschmächtigtem Rande auf die Keimoberfläche fort. Fig. 9′ zeigt die Höhle oder Vertiefung im Keime mit dem grösseren ihrer Inhaltskörper; am Eingange misst sie 0.17 mm., am Grunde etwas weniger; ihre Tiefe beträgt 0.05 mm. Aus diesen Maassen erhellt im Vergleiche mit den übrigen, dass die Oeffnung des Keimbläschens sich zusehends erweitert, während die Höhle desselben an Tiefe abnimmt, der Inhalt derselben also mehr und mehr aus dem Keime herausgehoben wird.

Ein letztes Zwischenstadium zeigte auf der Oberfläche des Keimes den geballten Inhalt des Keimbläschens, wie aus einer flachen Schüssel hervorragend. Einen Durchschnitt durch das Keimbläschen in diesem Stadium zeigt die Fig. 10. Eine flache, 0.03 mm. tiefe und 0.15 mm. weite, von der gestreiften Keimbläschenmembran ausgekleidete Schale enthält einen über die Ränder derselben herausragenden granulirten Ballen von ungefähr 0.1 mm. Querdurchmesser. Die Membran schlägt sich auch hier als schmaler Saum auf die Keimoberfläche um.

Dies war das letzte Stadium, welches ich auffand, in dem die Membran des Keimbläschens noch eine Vertiefung im Keime auskleidete und nach dem Abziehen der Eihaut sich noch eine Spur vom Inhalte des ehemaligen Keimbläschens zeigte.

Fassen wir den ganzen, in seinen einzelnen Phasen entwickelten Vorgang mit dem Keimbläschen zusammen, so müssen wir sagen: das Keimbläschen des Forelleneies liegt zu einer gewissen Zeit, in der das Ei seiner vollen Reife schon nahe ist, hart an der Oberfläche des in einer Grube des Dotters gesammelten Keimes. (Fig. 5.) Dort öffnet es sich und mündet somit in den zwischen Eihaut und Keim befindlichen Raum. Seine Mündung erweitert sich nun mehr

und mehr, die Membran löst sich nach und nach von dem Inhalte des Keimbläschens los, der dann als Kugel auf dem Boden der so entstandenen Höhle zurückbleibt. (Fig. 8.) Die Höhle verflacht sich immer mehr, so dass ihr Inhalt mehr und mehr aus dem Keime herausgehoben wird. (Fig. 9, u. 10). Wird endlich die Vertiefung, in der der Inhalt des ehemaligen Keimbläschens liegt, völlig ausgeglichen, ja beginnt eine förmliche Umstülpung der auskleidenden Membran, so erhalten wir die Bilder von Fig. 1. 2. 3. 4., die Membran erscheint auf der convexen Oberfläche des Keimes als ein rundes schleierartiges Gebilde ausgebreitet. Dass hier beim Abziehen der Eihaut der aus dem Keime völlig herausgehobene Inhalt des Bläschens verloren geht, ist begreiflich und bedaure ich daher über seine weiteren Schicksale keine Aussagen machen zu können.

Es bleiben, nachdem ich so festgestellt, dass der Inhalt des Keimbläschens des Forelleneies vor der Befruchtung aus dem Keime ausgestossen wird, einige Fragen zu discutiren.

Die erste ist: Wie sind die gelblich grünen Körper in dem Schleierchen auf Fig. 2. u. 4. zu deuten?

Ich kann dies bezüglich nur die Vermuthung äussern, dass sie auf der Keimbläschenmembran zurückgebliebene Keimflecke sind. Hiefür spricht einerseits ihre Farbe und ihr Glanz, sowie auch die Lage der Letzteren im Keimbläschen des Eierstockeies; d a g e g e n aber spräche, dass diese Flecke sich weder an den Durchschnitten der Membran des Keimbläschens von den Figg. 3. 5. 8. 9. 10., noch auf dem Inhalte des ehemaligen Keimbläschens nachweisen liessen, was auf ein früheres Schwinden der Keimflecke zu deuten scheint.

Eine zweite Frage ist die: Was bedeuten die z w e i kleinen Inhaltskörper in der Keimbläschen-Höhle des einen Eies? Sollte hier ein activer Theilungsvorgang stattgefunden haben?

Ich kann mich vor der Hand auf eine Entscheidung dieser Frage nicht einlassen, werde aber im Verlaufe dieser Abhandlung Gelegenheit haben, noch einmal darauf zurückzukommen.

Näher liegt eine befriedigende Antwort auf die Frage nach den Ursachen, welche die beschriebenen Veränderungen des Keimbläschens bewirken. Vor allem wirft sich die Frage auf, wie entsteht im Keimbläschen, das ich nach dem, was mir bekannt ist, doch für ein von Anfang an geschlossenes Bläschen halten muss, jene Oeffnung? (Fig. 5.)

Man kann sich vorstellen, dass die Keimbläschenmembran

von Seite ihres Inhaltes gesprengt wird, oder dass sie durch Druck von Aussen, von Seite des Keimes an jener Stelle zum Platzen gebracht wird, an der der geringste Widerstand ist. Der letztere Modus erschiene mir bei der oberflächlichen Lage des Keimbläschens und der Innigkeit, mit welcher die Membran der Keimmasse anhaftet, wenigstens ebenfalls möglich. Nur äussere Kräfte, Contractionen im Keime z. B., können es aber sein, welche die Keimbläschenmembran auseinander zerren, auf der Keimmasse ausbreiten und bis zu einem gewissen Grade umstülpen. Es fragt sich nur, haben wir ein Recht solche Contractionen anzunehmen?

Dass der Keim kurz vor der Befruchtung sich aus der Dottergrube erhebt, ballt und wieder ausdehnt, hat Stricker[1]) beschrieben und auf active Contractionen zurückzuführen versucht, Contractionen, wie wir sie gewohnt sind als Lebensäusserung aufzufassen. Ich kann diese Beobachtungen nur auf das Bestimmteste bestätigen. Aber auch der Keim auf Fig. 7. u. 8. hat eine Locomotion und Veränderung der Gestalt erlitten, indem er sich aus der Dottergrube erhoben und zu einem Hügel zusammengezogen hat. Dies spricht dafür, dass er auch zu der Zeit, in welche die besprochenen Vorgänge im Keimbläschen fallen, Contractionen ausführe. Können aber solche überhaupt angenommen werden, so liegt es gewiss nahe genug, die Eröffnung, sicherer aber noch die Umstülpung und Ausbreitung der Membran des Keimbläschens auf Rechnung solcher, wenigstens partieller Contractionen des Keimes zu setzen. Demnach hätten wir die Elimination des Inhaltes des Keimbläschens aus dem Keime als eine Lebensäusserung desselben aufzufassen, wir könnten vielleicht mit einigem Rechte behaupten, „der Keim strebe, bevor er befruchtet wird, sich seines Keimbläschens zu entledigen".

Werfen wir noch einen Blick auf den Mechanismus dieses Vorganges. Wir sehen die Membran des Keimbläschens erst (Fig. 5.) in der Form eines kaum geöffneten Zugbeutels. Dieser Beutel öffnet sich mehr und mehr. Die Kräfte, welche diese Oeffnung bewirken, müssen radiär zur Mündung des Beutels gerichtet sein und centrifugal wirken. Dem entsprechend müssen die Contractionen in der Keimmasse vor sich gehen. Aber auch in zur Keimoberfläche senkrechten oder schiefen Richtungen müssen Kräfte wirken,

1) Wiener Sitzungsberichte der k. k. Akademie Bd. 51.

welche den Keim wölben, so dass die von der Membran ausgekleidete Höhle ausgeglichen, die Membran selbst ausgebreitet und bis zu einem gewissen Grade umgestülpt wird. Die Tendenz zu einer solchen Vorwölbung aus der Dottergrube ist aus dem Keime der Fig. 8 ersichtlich. Zum Schlusse will ich noch auf zweierlei aufmerksam machen, nämlich auf den bedeutenden Grad von Dehnbarkeit, den eine Membran besitzen muss, die erst bläschenförmig und durchaus glatt und faltenlos, ohne irgendwo zu reissen in der angegebenen Weise ausgebreitet werden soll, und auf die innige Vereinigung derselben mit dem Keime, welche fast die Vermuthung entstehen lässt, dass die Membran ein Produkt des letzteren sei und das Keimbläschen durch sie blos abgekapselt werde.

Es scheint mir hier der Ort, die bisher von einigen Autoren über die Schicksale des Keimbläschens verschiedener Wirbelthiereier gemachten Beobachtungen und die von ihnen daraus gezogenen Schlüsse zusammen zu fassen und sie mit dem, was ich soeben am Forellenei beschrieben habe, zu vergleichen. Ich finde mich hiezu um so mehr veranlasst, als ich denselben eigene Beobachtungen hinzuzufügen habe, die ich zum grössten Theile zwar schon veröffentlichte, aber damals nicht erklären konnte.

Seit Purkinjè[1]) im Jahre 1825 das Keimbläschen im Hühnereie entdeckte, ist es auch schon bekannt, dass dasselbe vor der Befruchtung verschwindet. Purkinjè sagt l. c. S. 4: „Ast neque in oviductu ullum vesiculae vestigium aderat, quamvis initio quidem, dum adhuc ad infundibulum haeret, colliculi“ (sc. l. proligeri) „residuum aderat a vitello facilius separandum“.

Purkinjè schloss daraus, wie es in seiner Schrift gleich weiter heisst, Folgendes: „Videtur itaque vesicula, dum vitellus semifluidus ab infundibulo excipitur a contractionibus oviductus dirumpi, aut dissolvi atque eius lympha cum substantia colliculi ita misceri, ut inde colliquamentum illud cum granulis albis“ (sc. l. colliculi proligeri) „enascatur, a residuo colliculi, nucleus“ (sc. l. Panderi) „enascatur“.

Diese Meinung, dass das Keimbläschen sich auflöse und mit dem was wir heute Keim (Stricker) oder Hauptdotter (His) nennen, vermische, stammt bei Purkinjè von der Ansicht her, dass dasselbe mit einer „lympha generatrix“ (l. c. S. 3.) erfüllt sei, weshalb er es eben Keimbläschen, vesicula germinativa, nannte. Dem Keim-

1) Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem.

bläschen also mass Purkinjè eine der hervorragendsten Bedeutungen für die weitere Entwicklung des Eies bei. In der Anmerkung zu obigem Citate geht Purkinjè sogar noch weiter, indem er glaubt, das Bläschen wandle sich direkt in das Blastoderma um:

„Verisimilius iam nunc mihi videtur, vesiculam blastoderma centrale umbrosum, de quo prius sermo erat, constituere, eiusque hemispheria in membranam duplicem dilatari“.

Bald darauf im Jahre 1827 erschien dann van Baer's denkwürdige Arbeit: „De ovi animalium et hominis genesi“, in welcher er die Entdeckung des Säugethiereies niedergelegt hat. v. Baer erweiterte unser Wissen über die Geschichte des Keimbläschens um ein Wesentliches, indem er zeigte, dass es im Hühnereie und wahrscheinlich in den Eiern aller Thiere vom Centrum nach der Peripherie rückt, wo es eben Purkinjè als der Dotterhaut anhaftendes Bläschen zum erstenmale gefunden hatte. Der Irrthum, in den v. Baer gerieth, indem er das Säugethierovulum mit dem Keimbläschen des Vogeleies verglich, es als potenzirte vesicula germinativa auffasste, ist hinlänglich bekannt, thut jedoch der Richtigkeit seiner Beobachtung keinen Eintrag. Jene irrthümliche Auffassung des Säugethierovulums rührte her von der hervorragenden Bedeutung, die auch v Baer der vesicula germinativa beilegte und von der einigermassen allerdings zu rechtfertigenden Parallelisirung des gesammten Hühnereidotters mit dem Inhalte des Graaf'schen Follikels der Säugethiere. Ueber die Bedeutung des Keimbläschens aber spricht sich v. Baer (l. c.) folgendermassen aus: „Vesiculam Purkinjè partem ovi efficacem esse credo, qua facultas feminina vim exerceat, ut facultas masculina semini inest virili“. Nach v. Baer wird der „Discus proligerus“ gegen das Stadium der Reife des Eies vom Keimbläschen durchbohrt, und letzteres kommt daher zwischen die Dotterhaut und den Discus zu liegen, wo es allerdings aufgelöst oder verflüssigt wird, jedoch sich nicht mit der Substanz des Cumulus proligerus mischen soll.

Daher fährt v. Baer fort: „Vesiculae igitur protrusio et dissolutio ab ovi maturitate et forsan irritatione pendent. Post fecundationem Blastoderma eo loco evolvitur, quo vesiculae humor effusus est. Macula enim in ovis gallinaceis, dum in ovario continentur blastodermatis nomen non meretur, sed ejus prodromus potius videtur“.

Aehnlich erwähnt Tomson (Artikel Ovum in Todd's Cyclopedia),

dass das Keimbläschen des Hühnereies kurz vor dem Uebertritte desselben in den Eileiter als ein flacher, weicher Körper dem Dotter aufliege und dass es eben ein gewisser Grad von Erweichung sei, der die Isolirung des Bläschens zu dieser Zeit erschwere.

Ich habe im Hühnereie im Jahre 1870 (Strickers Laboratoriumsheft 1870) einen fein granulirten Körper beschrieben, der auf Medianschnitten eine trapezähnliche Figur bildet, die mit der grössten, nach aussen convexen Seite der Dotterhaut anliegt und mit ihrer kleinsten nach dem Eicentrum zu concaven, auf einer quer-elliptischen Höhle sitzt, die ausser wenigen Granulis keinerlei geformte Bestandtheile enthält [1]). Ich zeigte ferner in demselben Aufsatze, dass dieser Körper kurz vor dem Uebertritte des Eies in den Eileiter homogen wird und die Gestalt einer flachen Linse annimmt, die mit der einen Fläche der Dotterhaut anliegt, mit der andern gleichfalls im ganzen convexen, aber in der Mitte leicht eingedrückten Fläche, in einer feingranulirten Masse steckt, die mit v. Baers Diskus proligerus identisch ist. Ich liess die Frage nach der Bedeutung dieses Körpers damals offen, indem sich der Wahrscheinlichkeit, dass er das Keimbläschen sei, an dessen Stelle er sich offenbar befindet, eine andere Wahrscheinlichkeit entgegenstellte, nämlich dass der von den beiden ersten Furchungskugeln dargestellte Körper mit jenem identisch sei. Hiefür sprechen die Aehnlichkeit der Form und der geringe Unterschied in den Dimensionen. Ausserdem wusste ich damals die ovale Höhle unter dem fraglichen Körper nicht zu deuten, deren Form andrerseits wieder an die des Keimbläschens in früheren Stadien erinnerte. Dies alles, wie gesagt, bewog mich die Frage nach der Bedeutung jenes Körpers offen zu lassen. Neuerdings seither angestellte Untersuchungen haben mich indessen belehrt, dass jener Körper mit der eigenthümlichen trapezähnlichen Durchschnittsfigur nichts anderes, als das veränderte Keimbläschen sei. Eine Reihe von Eierstockseiern zeigte mir die Uebergänge von der ursprünglichen Form des Keimbläschens zu der oben beschriebenen.

Das Keimbläschen wird nämlich von unten und aussen her zusammengedrückt, wodurch es sich gegen die Dotterhaut abplattet und derselben mit einer immer grösseren Partie seiner Oberfläche anliegt. Es bekommt dadurch im Durchschnitte eine annäherungsweise dreieckige Gestalt. Sehr bald tritt dann auch unter ihm eine kleine

1) Siehe die genauere Beschreibung sammt den Abbildungen l. c.

Höhle auf. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese Höhle nicht leer, sondern mit Flüssigkeit erfüllt ist. Sowie aber die Höhle auftritt, bekommt auch das Keimbläschen jenen Eindruck, an der nach dem Eicentrum liegenden Seite, wodurch es eben jene auf dem Durchschnitte trapezähnliche Figur annimmt.

Ich glaube die geschilderten Vorgänge nicht besser als durch Contractionen des Keimes erklären zu können. Denkt man sich, dass der Keim in einer ringförmigen Zone um das Keimbläschen herum sich zusammenzieht, und zwar so, dass dadurch auf dasselbe ein Druck in der Richtung der Linien a b und a′ b′ der nebenstehenden Figur 1 ausgeübt wird, so wird das Keimbläschen ringsum von unten und aussen her eingedrückt und mit seiner Oberfläche gegen die Dotterhaut gepresst. Die Gestaltveränderung, die es dadurch erfährt, bedingt, dass das Keimbläschen im Keime höher hinaufrückt, indem sein Längsdurchmesser verkürzt wird. Fig. 2. Wird nun der so von ihm verlassene Raum durch Flüssigkeit erfüllt, anstatt dass die Masse des Keimes sich in denselben ergiesst, so muss unter dem Bläschen eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle entstehen. Contrahirt sich der Keim hierauf auch rings um die Flüssigkeit, welche jene Höhle erfüllt, so wird durch sie die untere stumpfe Spitze des Keimbläschens eingedrückt, und nun sitzt dasselbe mit einer concaven Fläche auf der Höhle oder ihrem Inhalte besser gesagt. Fig. 3 u. 3′. Bei fortgesetztem Drucke wird hierauf das Keimbläschen sich immer mehr an der Dotterhaut abplatten und ausbreiten, so lange aber unterhalb desselben ein Tropfen Flüssigkeit liegt, wird es stets unterhalb einen Eindruck behalten. Die nebenstehenden Holzschnitte Fig. 1—4 sollen diesen Vorgang versinnlichen [1]).

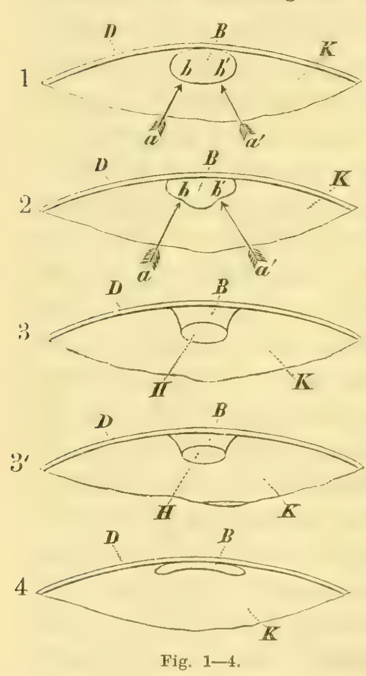


Fig. 1—4.

1) Fig. 1. Das rundliche der Dotterhaut anliegende Keimbläschen. Die Linien a b und a′ b′ zeigen die Richtungen, in der der Keim auf das Keim-

Ob die Ausscheidung von Flüssigkeit, unterhalb des Keimbläschens, eine direkte Folge der eben geschilderten Vorgänge ist, oder mit denselben blos in einem indirekten Zusammenhange steht, ist schwer zu entscheiden. Aber wahrscheinlicher dürfte das erstere sein. Würde nämlich der Keim unter dem Keimbläschen dem Drucke von Aussen, der seine Masse an die Stelle des nach oben verrückten Bläschens drängt, einen gewissen Widerstand entgegensetzen, so könnte in den nun entstehenden Zwischenraum Flüssigkeit aus dem Keimbläschen oder dem Keime nachgesaugt werden; um so mehr wenn vielleicht der Keim durch seine Contraction ohnehin schon Flüssigkeit austriebe. Fassen wir das Resultat dieses ganzen Vorganges zusammen, so sehen wir, dass er, so weit ich ihn verfolgen konnte, damit endiget, dass das Keimbläschen, welches vorher von allen Seiten vom Keime umgeben war, aus demselben hinausgedrängt wurde, und als plattgedrückter Körper zwischen ihm und der Dotterhaut liegt. Ich weiss allerdings nicht, ob das kugelige Keimbläschen im Forelleneie später ebenso platt gedrückt wird, allein das steht nun einmal fest, dass es in beiden Eiern aus dem Keime eliminirt wird, und zwar wahrscheinlich durch active Contractionen des Keimes; darauf aber, glaube ich, ist eben Gewicht zu legen.

Was v. Baer über das Keimbläschen des Hühnereies aussagt, das giebt er an auch an dem der Eidechse gefunden zu haben, nur soll es dort später an die Peripherie gedrängt werden, als im Vogeleie (l. c. pg. 28.). Das Endresultat ist wieder dasselbe: „Postea sub membrana vitelli iacet strato granuloso perforato“ und fortfahrend erzählt v. Baer von den Batrachier-Eiern: „quod luce clarius vidi in ranarum ovis, ubi imo vesicula magna membranam vitelli in colliculum elevat“. Hier zwischen Dotterhaut und Dotter wird nach Baer das Keimbläschen aufgelöst, während im Stratum nigrum des Eies eine Lücke [1]) zurückbleibt, die die Stelle an-

---

bläschen drückt. Fig. 2. 3. 3′. 4 geben die Veränderungen des Keimbläschens wieder, soweit ich sie beobachtete. In allen fünf Fig. bezeichnet K den Keim, B das Keimbläschen, D die Dotterhaut, in Fig. 3 u. 3′, die Höhle unter dem Keimbläschen.

1) Diese Lücke hat auch van Bambeke an Eiern von Pelobates fuscus gleich nach dem Legen gesehen. (Memoires couronnés et M. des Savants étrangers de Belgiqne, tome XXXIV.) Auch Newport On the impregnation of the ovum in the amphibia. 1. and 2. series 1850 u. 1852.) u. M. Schultze Observationes nonnullae de ovorum ranarum segmentatione. Bonnae 1863.) haben sie gesehen und nennt sie letzterer fovea germinativa. (Ich bedaure diese beiden Arbeiten nicht zur Disposition zu haben.)

zeigt, an der das Keimbläschen den Dotter durchbohrte, um aus demselben heraus und unter die Dotterhaut zu gelangen: „Punctulum“, sagt v. Baer „obscurum in macula lutea a fovea angusta et profunda in ipso vitello pendet. Stratum praeterea granulorum nigrum foramine pertusum esse vidi (Fig. XXVI b. s. c.) et vitellum cum materia aliqua minus granulosa (nuclei scilicet) supra margines strati dicti eminere, ut haec omnia Fig. XXVIx pinxi. Itaque stratum nigrum ab interiore facie ad exteriorem, illaesa vitelli membrana, pertusum esse clare apparuit. Haec mense Aprili in Rana temporaria observata optime congruunt cum vesiculae protuberantia mense Maji exeunte in Rana esculenta observata, in quibus vesicula modo disparuerat“. Ich kann an der Richtigkeit dieser Beobachtungen v. Baer's um so weniger zweifeln, als der ganze Vorgang mit jenem im Hühnereie nahezu übereinstimmt. Demnach muss ich, wie ich dies schon früher ausgesprochen (Strickers Laboratoriumsheft 1870) die Höhle im Hühnerkeime und die im Froschei (obwohl die genaue Entstehungsweise der letzteren und namentlich ihre Identität mit der späteren Furchungshöhle nicht ganz sicher gestellt ist), für wahrscheinlich analoge Bildungen halten und glaube ich auch für die Austreibung des Keimbläschens jedenfalls und vielleicht auch für die Entstehung der Höhle im Froschei dieselben Ursachen annehmen zu dürfen, wie im Hühnereie.

Was nun endlich das Säugethierei anlangt, so scheinen mir auch hier Beobachtungen von Vorgängern vorzuliegen, die, wenn sie auch bisher von Niemandem in dem Sinne gedeutet wurden, den ich ihnen unterlegen möchte, doch mit den besprochenen Vorgängen im Batrachier-Eie zunächst auffallende Aehnlichkeit haben. Bischoff hat eine Reihe von Eileitereiern des Hundes untersucht, an denen er theils das Keimbläschen noch beobachten konnte, theils nicht. Er kommt darüber (Entwicklung des Hundeeies, Braunschweig 1845 pg. 43) zum Schlusse, dass das Keimbläschen des Hundeeies in manchen Fällen noch mit in den Eileiter hinüberwandere, sich aber jenseits der Mitte desselben nie mehr finde. Er konnte nämlich in 6 Versuchen unter 24 Eiern aus der obern Hälfte des Eileiters das Keimbläschen nur 6 Mal isoliren (Versuch I.—VI.). Es ist möglich, dass in gewissen Fällen das Keimbläschen schon geschwunden ist, denn Bischoff bildet selbst ein Eierstocksei ab, an welchem das Keimbläschen aus einer retrahirten Stelle des Dotters hervorragt; allein die negativen Befunde scheinen mir hier nicht beweisend genug, um

positiven Thatsachen, die das Gegentheil noch möglich oder gar wahrscheinlich erscheinen lassen, umzustossen. Es ist nämlich von Bischoff selbst beobachtet worden, dass der Dotter des Eies sich vor der Furchung contrahirt und zwar so, dass er zu einer gewissen Zeit überall von der Zona um ein Weniges absteht. Ein so contrahirter und in diesem Falle wahrscheinlich verdichteter Dotter kann beim Springen des Eies das Bläschen leicht zertrümmern, um so mehr wenn es erweicht sein sollte, wie es im Hühnereie nach Thomson der Fall ist. Bischoff giebt aber in der That an, dass er aus solchen Eiern selbst mitunter ein dem Keimbläschen ähnliches Gebilde entleeren konnte. (Versuch VI—XIII. l. c.) Ein aus einem solchen Eie entleertes Bläschen war allerdings nur halb so gross, als das Keimbläschen gewöhnlich ist, allein gerade hier fügt Bischoff noch ausdrücklich hinzu, dass es sogar einen Kern besessen habe. (Versuch X.) Ein Ei vom Meerschweinchen aber bildet Bischoff ab (Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens, Giessen 1852), dessen Dotter an einer Stelle durch ein kleines Bläschen von der Zona abgedrängt ist; das also wie in einer Vertiefung des Dotters liegt. Das Ei stammte aus dem obersten Drittheile des Eileiters, ein Keimbläschen sei im Innern nirgends zu bemerken gewesen. An diesem Ei haben Bischoff und Leukart die Rotationen des Dotters gesehen. Sollten dieselben nicht ein Effect von Contractionen gewesen sein, in denen das Ei nach der Ausstossung des Keimbläschens begriffen war? Oder sollten sich, wie Bischoff will, Cilien entwickelt haben? [1])

Bischoff hat allerdings schon gewusst, dass das Keimbläschen an sehr reifen Eierstockseiern excentrisch liegt, so bildet er es vom Hundeei, wie erwähnt, (l. c. Tab. 1. Fig. 5) ab, wo es aus dem retrahirten Dotter hervorsieht, und fast ganz an der Peripherie des Dotters liegend (in seinem Werke über die Entwicklung des Kaninchens bildet er es aus Eierstockeiern eines Mädchens und eines Kaninchens ab). Dennoch dachte Bischoff am wenigsten an das Keimbläschen, einerseits weil er sich von dessen frühem Schwinden schon anderweitig überzeugt zu haben glaubte, und andrerseits mochte das aus dem Dotter ausgetretene Bläschen dem ursprünglichen Keimbläschen

1) Ich mache auf die ganz neue Beobachtung von N. Kleinenberger bei Hydra viridis aufmerksam, wo vor und während der Furchung an der Oberfläche des Eies lebhaft sich bewegende Pseudopodien auftreten (Inauguraldissertation. Iena 1871).

nicht mehr ganz gleich gesehen haben. So schwankt er zwischen der Ansicht Lovèns, der dieses Bläschen für den gewachsenen Keimfleck, und Rathkes (Erichsons Archiv für Naturgeschichte 1848), welcher es für einen bedeutungslosen Tropfen hielt, der durch die Contractionen des Dotters ausgetrieben werde. Lovèn (Müllers Archiv für Anat. und Phys. 1848) stützte sich hiebei auf ähnliche Beobachtungen bei Modiolaria marmorata Forb. und Cardium parvum. Hier soll das an der Oberfläche des Dotters gelegene Keimbläschen den Keimfleck austreten lassen, der dann ausserhalb des Dotters während der Furchung persistirt (vergleiche Fr. Müllers Richtungsbläschen bei Pontolimax varians in Erichsons Archiv für Naturgeschichte 1848), während das Keimbläschen selbst in den Dotter zurücksinken und wahrscheinlich den ersten neuen Kern bilden soll[1]).

Ich glaube, dass das Austreten eines Bläschens oder eines ähnlichen Körpers aus dem Säugethiereie, nach dem was ich über die Elimination des Keimbläschens bei der Forelle beobachtete, es wahrscheinlich macht, dass auch dort der ausgetretene Körper das wenn auch veränderte Keimbläschen sei. Was mich noch mehr in dieser Ansicht bestärkt, sind weitere Beobachtungen Bischoffs zunächst beim Ei des Kaninchens. Taf. II. Fig. 19. bildet Bischoff ein Ei ab, dessen Dotter an einer Seite von der Zona zurückgezogen ist, und hier liegen in dem Zwischenraume zwischen diesem und jener zwei kleinere Körperchen mit einem schwach angedeuteten Flecke in der Mitte, zwei andere Eier (Taf. II. Fig. 17. und 20.) bildet er ab, deren Dotter in toto zusammengezogen erscheint, und zwischen Dotterhaut und Dotter liegen je zwei ganz ähnliche Gebilde. Diese Körper hielt Bischoff damals für Nachkommen des Keimfleckes. Dieselben kommen nach ihm im Reh-Eie, im Hunde-Eie und im Eie

---

1) Das Austreten zweier Bläschen aus dem Eie kurz vor der Furchung wurde zuerst von Dumortier an Eiern von Limnaeus (Memoires de l'academie de Bruxelles), dann von J. P. van Beneden an den Eiern von Limax agrestis beobachtet (Müll. Arch. 1841.) Diese Autoren hielten die beiden Bläschen für Abkömmlinge des Keimbläschens, da sie ihnen aus dem Innern des Eies zu kommen schienen, allwo sie jedoch zu dieser selben Zeit von einem Keimbläschen nichts mehr entdecken konnten. Kölliker beschreibt ähnliches bei Doris, wo er sogar drei Bläschen sah. Vor diesen Forschern hat schon v. Bär (l. c.) angegeben, dass er das Keimbläschen des Eies von Anodonta wie ein Hügelchen unter der Eihaut über die Oberfläche des Dotters hervorragen gesehen habe.

des Meerschweinchens constant vor und zwar noch während der ersten Zeit der Furchung.

Ed. v. Beneden (Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. Mem. cour. de l'academie belg. 1870 tome XXXIV) bildet auf Pl. XII. Fig. 1. ein Ei aus der Mitte des Eileiters eines Vespertilio murinus ab. Der Dotter erscheint rings von der Zone zurückgezogen, an einer Stelle aber etwas weiter. An dieser Stelle tritt soeben aus dem Ei ein kleines Bläschen mit einem Kern aus, ein anderes ebenso grosses liegt noch im Dotter, nahe an dessen Oberfläche. Diese Bläschen (vesicules polaires) haben sehr scharfe Contouren. Weniger scharfe Contouren zeigen in der Zeichnung zwei ähnliche kernhaltige Bläschen im Innern des Eies. Diese sind um sehr wenig kleiner als die andern zwei, und hält sie van Beneden für das getheilte Keimbläschen, respective für die Kerne der zukünftigen ersten zwei Furchungskugeln. Das Ei von Vespertilio murinus eignet sich durch seine Kleinheit sehr für derlei Beobachtungen und kann ich daher um so weniger an der Richtigkeit der Beobachtung E. van Beneden's zweifeln. Derselbe gibt auch an, dass manchmal aus den Säugethiereiern blos ein solches Bläschen austrete, obwohl er nichts derartiges abbildet. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt ein Ei eines Kanincheus (Pl. XII. Fig. 4), das E. van Beneden im selben Stadium der Contraction im obern Drittel des Eileiters gefunden hat. Es lässt so eben zwei kleine, kernhältige Bläschen austreten, während in seinem Innern sich zwei Körperchen befinden, die nur wenig grösser sind, als die austretenden, auf der Zeichnung aber keine Kerne zeigen. Neben den austretenden Bläschen befinden sich noch einige ganz kleine Körner, die E. van Beneden auch in seinen Furchungsbildern neben den vesicules polaires abbildet und die von ihm für Dotterkörner gehalten werden.

Ich erinnere diesbezüglich an jenen Fall, in dem auch ich bei der Forelle zwei kleinere Inhaltskugeln innerhalb der von der Keimbläschenmembran ausgekleideten Schaale beobachtete.

Demnach scheint es mir wahrscheinlich, dass der einfache oder doppelte Körper, der aus dem Säugethiereie vor dem Beginne des Furchungsprozesses austritt, das Keimbläschen sei. Es würde daher in diesem Falle den ersten Theil des Furchungsprozesses überdauern, ob es aber später noch eine Rolle als integrirender Bestandtheil des Eies spielt, scheint mir trotzdem zweifelhaft. Im höchsten

Grade zweifelhaft muss es aber erscheinen, dass das Keimbläschen in irgend welcher genetischen Beziehung zu den ersten Kernen der Furchungskugeln steht. Ich habe allerdings weder in den ersten Furchungskugeln des Forelleneies noch in denen des Hühnereies Kerne nachzuweisen vermocht, allein für das Säugethierei glaube ich E. van Beneden's so bestimmt gemachter Aussage, dass das Ei vor der Theilung schon zwei Kerne besitze, so wie auch der von Bischoff und E. van Beneden, dass die beiden Furchungskugeln ebenfalls schon Kerne im Innern zeigen, vollkommen trauen zu dürfen. Zu dieser Zeit aber bestehen die Abkömmlinge des Keimbläschens, wenn ich jene Körperchen anders so auffassen darf, noch lange fort.

Was endlich die wenigstens für das Forellenei unzweifelhaft beobachtete Theilung anlangt, so kann ich natürlich nicht beweisen, dass sie als ein Prozess aufgefasst zu werden verdient, der zur Entstehung mehrerer dem Mutterorganismus gleicher Gebilde führt und also etwa dem der Zelltheilung analog wäre. Ich kann mir allerdings nicht denken, welche äussere Gewalt das Keimbläschen der Forelle z. B., das von einer so dicken Membran umhüllt ist und sicher vor der Theilung seines Inhaltes schon ganz an der Oberfläche des Keimes lag, spalten sollte. Allein, abgesehen von seiner Ursache muss der Zerfall einer Kugel von organischer Substanz in zwei kleinere nicht nothwendiger Weise ein physiologischer Theilungsvorgang sein, ich halte es daher für unerwiesen, ob wir das Keimbläschen, nachdem es aus dem Keime ausgestossen ist, noch für ein lebendiges Gebilde halten dürfen.

Fassen wir die besprochenen Beobachtungen zusammen, so lassen sich aus denselben folgende Sätze ableiten:

1. Das Keimbläschen der Eier sämmtlicher Wirbelthiere rückt, während dieselben der vollen Reife entgegen gehen, immer mehr an die Oberfläche des Keimes.
2. Früher oder später vor der Befruchtung wird das Keimbläschen aller Wirbelthiereier aus dem Keime ausgestossen und gelangt dadurch zwischen diesen und die Eihaut.
3. Diese ganze Locomotion des Keimbläschens wird höchst wahrscheinlich durch Contractionen des Keimes bewirkt.
4. Das Keimbläschen theilt sich im Säugethiereie, während es ausgestossen wird oder kurz darnach; ebenso früher oder später

vielleicht immer im Forelleneie; für die Eier der übrigen Wirbelthiere sind weitere Beobachtungen abzuwarten.

5. Im Forelleneie geht der Ausstossung des Keimbläschens die Eröffnung seiner Membran auf der Oberfläche des Keimes vorher und bleibt dieselbe, nachdem ihr Inhalt ausgestossen, noch einige Zeit als auf dem Keime ausgebreitetes Schleierchen zurück, um endlich auch zu verschwinden.
6. Das Keimbläschen steht in keinem Wirbelthiereie in genetischer Beziehung zu den Kernen der ersten Furchungskugeln, vielmehr entstehen dieselben ganz unabhängig von ihm.

Nach den Beobachtungen einer Reihe von Forschern sind an den Eiern der Mollusken dieselben Vorgänge mit dem Keimbläschen als ebenso wahrscheinlich anzunehmen und lässt sich demnach vermuthen, dass vielleicht in allen Thierklassen das Keimbläschen vor der Befruchtung dieselben Schicksale erleide, wie in den Klassen der Vertebraten; d. h. dass es ausgestossen wird und dass es sich nirgends in die Kerne der Furchungskugeln umwandelt.

Allen gegentheiligen Behauptungen gegenüber muss ich betonen, dass es möglich ist, dass zwischen dem Verschwinden des Keimbläschens in gewissen Eiern und dem ersten Auftreten des ersten neuen Kernes, der durchaus nicht von Anfang an kleiner sein muss, als das Keimbläschen war, eine verschwindend kleine Zeit verstreicht, so dass der ganze Vorgang der Ausstossung leicht übersehen werden kann.

Ich verweise daher nochmals zum Schlusse auf alle jene Beobachtungen, nach welchen das Keimbläschen auch an den Eiern von Wirbellosen an die Peripherie rückt, und ferner auf die verbreiteten Beobachtungen von Bläschen oder Tröpfchen, welche vor der Furchung aus dem Eie austreten.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

Fig. 1. Unbefruchteter Keim eines aus dem Follikel schon ausgestossenen Forelleneies von der Oberfläche gesehen: a. die Oberfläche des Keimes, b. das rundliche Schleierchen (Membran des Keimbläschens), c. die Dotterhaut am Rande der Dottergrube. (H. S. 4. O. 1.)

Fig. 2. Ein unbefruchteter Keim eines Forelleneies wie in Fig. 1. a. und c. wie vorhin, b. das weniger deutliche Schleierchen mit den gelblichen Flecken in demselben, d (vermuthlich Keimflecke) (H. S. 4. O. 1).

Fig. 3. Medialer Durchschnitt durch den Keim der Fig. 1; der Keim ist nur in seiner oberflächlichen Schichte, in so weit er den Saum trägt, gezeichnet (H. S. 8. O. 3). a. die Keimmasse, b. der poröse Saum oder Durchschnitt des Schleierchens in Fig. 1.

Fig. 4. Ein Stück aus einem Mediandurchschnitte durch das Schleierchen und die Keimmasse der Fig. 2. a. Keimmasse, b. der welliggebogene poröse Saum oder Durchschnitt des Schleierchens b. in Fig. 2. d. die in derselben eingebetteten geblichen Körperchen (Fig. 2 d.) vermuthlich also die Keimflecke. (H. S. 8 O. 3.)

Fig. 5. Mittelstück eines Median-Schnittes durch einen unbefruchteten Forellenkeim. a. Keimmasse, b. Keimbläschen, das an der Oberfläche des Keimes mündet, c. Dottertropfen im Keime. (H. S. 4. O. 3.)

Fig. 6. Eierstocksei einer Forelle, die eben gelaicht hatte. a. Keimmasse, grösstentheils in 2 concentrische Schichten gespalten, b. poröse Keimbläschenmembran, d. Keimflecke, e. Inhalt des Keimbläschens, f. Follikelwand, g. Zwischenraum zwischen Nahrungsdotter c. und Keim (b.) (H. S. 5. O. 1).

Fig. 7. Keim eines unbefruchteten Forelleneies wie Fig. 1. a. Keimmasse in a′ zu einem Hügel erhoben, in welchem sich eine Höhle b′ befindet. In derselben ist der Inhalt der Keimbläschenmembran als Kugel e sichtbar, b. der gekräuselte Saum um die Mündung der Höhle = dem Rande der Keimbläschenmembran, c. Dotter. (H. S. 4. O. 1.)

Fig. 8. Durchschnitt durch den Keim und die Höhle der Fig. 7. a. Keim aus der Dottergrube herausgehoben, in dem sich die Höhle b′ im Durchschnitt zeigt, b. Membran des Keimbläschens die Höhle auskleidend und sich an deren Rande umschlagend, e. Kugel im Innern der Höhle = Inhalt des Keimbläschens, c. Dotter, d. Maschenwerk von Fäden aus Keim- theilweise auch aus Dottermasse, welche die Dottergrube erfüllen. (H. S. 4. O. 3.)

Fig. 9. Forellenei mit unbefruchtetem Keime, a. mit einer in ihm befindlichen Höhle, b. Saum um die Mündung derselben; e. zwei kugelige

Körper in der Höhle = getheilter Inhalt des Keimbläschens. c. Dotter. (H. S. 2. O. 1.)

Fig. 9'. Durchschnitt durch den Keim Fig. 9, und die Höhle desselben. a. Keim die Dottergrube erfüllend, b. Keimbläschenmembran, die Höhle auskleidend und sich als Saum auf den Rand der Mündung derselben umschlagend, e. die grössere der beiden Kugeln in der Höhle der Fig. 9. (H. S. 4. O. 3.)

Fig. 10. Durchschnitt durch einen unbefruchteten Forellenkeim wie in Fig. 9 und mit derselben Bezeichnung. (H. S. 4. O. 3.)

Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Gewebe.

Von Dr. **Franz Boll**,
Assistenten am physiologischen Laboratorium der Universität Berlin.

Zweite Abtheilung.

Hierzu Taf. II.

IV. Die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes.

Ehe ich dazu übergehe, das vorzutragen, was meine eigenen Untersuchungen mich über die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes gelehrt haben, beabsichtige ich, eine kritische Uebersicht alles dessen zu geben, was sich in der Literatur über diesen Gegenstand vorfindet.

Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die ersten Angaben, die überhaupt in der histiologischen Literatur über diesen Gegenstand vorkommen, gleichzeitig auch die vorzüglichsten und besten sind, die überhaupt in dieser Frage existiren. Die Darstellung, welche Schwann[1]) von der Entwickelung der Fibrillen des Bindegewebes gegeben hat, ist die erste sowohl im Sinne des „primus“ als des „princeps“ der Römer. Es findet sich hier bereits eine Beschreibung, die spätere Untersuchungen vielleicht noch ausführlicher begründen, aber kaum mehr erweitern gekonnt haben.

Bei der Darstellung meiner eigenen Untersuchungen werde ich noch oft Gelegenheit nehmen müssen, auf das Detail der Schwann'schen Lehre zurückzukommen. Für jetzt bemerke ich

[1]) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839. S. 135—140.

nur, dass Schwann beschreibt, wie sich die embryonalen Bindegewebszellen nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin zuspitzen und sich in ein Büschel äusserst feiner Fibrillen auflösen, bis die ganze ursprüngliche Zelle in Fibrillen zerfallen und in ein Fibrillenbündel umgewandelt ist. Diese Resultate hatte Schwann durch die Untersuchung des subcutanen Bindegewebes von Schweinsembryonen von 4—7″ Länge erhalten.

Dass die Ansicht von Schwann sich in der Wissenschaft nicht alsbald diejenige Geltung verschaffte, die ihr zukam, daran trägt im Wesentlichen der Umstand die Schuld, dass Henle's [1]) gewichtige Autorität sich gegen dieselbe aussprach. Er erklärte, dass ihm Faserbündel als Fortsetzungen einzelner Zellen niemals vorgekommen seien, und neigt sich der Ansicht zu, dass die Bindegewebsfibrillen durch den direkten Zerfall und die direkte faserige Differenzirung der zwischen den Zellen von vornherein vorhandenen Zwischensubstanz, ohne irgendwelche Betheiligung der Zellen entständen. Henle hat seine Untersuchungen, die ihn zu dieser Ansicht führten, nicht wie Schwann am subcutanen Bindegewebe, sondern an embryonalen Sehnen angestellt, in der gewiss richtigen Ansicht, in den Sehnen leichter gegen die Verwechslung mit den embryonalen Formen anderer Gewebe geschützt zu sein. Ich werde zeigen, dass in der Sehne die histiogenetischen Verhältnisse wenn auch nicht anders sich darstellen, so doch sehr viel schwieriger zu erkennen sind, wie im subcutanen Bindegewebe, und dass dieser Umstand ausreicht, die Differenzen zwischen beiden Beobachtern zu erklären. Vielleicht wäre der Wissenschaft eine lange Reihe von Irrthümern erspart geblieben, wenn Henle bei seiner Prüfung der Schwann'schen Angaben auch dasselbe Object consultirt hätte, das Schwann seiner Darstellung zu Grunde gelegt hatte.

Eine dritte Ansicht über die Entwickelung des Bindegewebes, die gleichfalls in dieser Lehre eine grosse Rolle zu spielen berufen war, finde ich zuerst bei Valentin [2]) vertreten. Nach ihm geht

---

1) Allgemeine Anatomie 1841. S. 197 und 379.

2) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. Artikel Gewebe. Bd. I. S. 670. Taf. II. Fig. 10. 1842. Die Darstellung Valentin's ist nicht ganz klar; aus einzelnen Stellen könnte man eine Uebereinstimmung mit Schwann herauslesen. Doch scheint mir — besonders wenn man die Abbildungen berücksichtigt — die im Text dargestellte Anschauung als die richtige unzweifelhaft hervorzugehen.

das Bindegewebe allerdings aus kernhaltigen Zellen hervor, jedoch nicht so, dass wie bei Schwann die peripheren Theile der Zelle in ein Faserbündel zerfallen, sondern in der Weise, dass die spindelförmigen Zellen nach zwei Seiten in einzelne Fasern auswachsen. Aehnliche Zellen hatte auch Henle[1]) im embryonalen Bindegewebe gefunden, doch hegte er Zweifel, ob dieselben wirklich zu Bindegewebe und nicht vielleicht zu Gefässen oder elastischen Fasern später sich umgestalteten.

So finden sich also gleich in den ersten Anfängen unserer Wissenschaft drei Ansichten, die in dieser Frage sich gegenüberstehen. Einmal sollen die Fibrillen des Bindegewebes entstehen ohne Betheiligung der Zellen durch fibrilläre Differenzirung der Grundsubstanz (Henle), oder sie entstehen durch Verlängerung einer spindelförmigen Zelle, indem dieselbe an ihren beiden Polen zu einer Faser auswächst (Valentin), oder sie entstehen durch den direkten Zerfall der Zellsubstanz in Fasern (Schwann). Im Wesentlichen sind es diese drei Anschauungen allein, die in der Histiologie bis auf die neueste Zeit sich bekämpft haben und zum Theil noch jetzt unausgeglichen und unvermittelt einander gegenüberstehen.

Die meisten Anhänger fand zunächst die Ansicht von Henle. Bruch[2]), Kilian[3]), v. Hessling[4]) und Drummond[5]) konnten bei ihren Untersuchungen der Bindegewebsentwickelung niemals eine Betheiligung der Zellen, sondern nur eine fibrilläre Differenzirung der Grundsubstanz constatiren.

Eine vermittelnde Stellung zwischen der Ansicht von Henle

---

1) Allgem. Anatomie. S. 379.

2) Die Diagnose der bösartigen Geschwülste. Mainz 1847. — Ueber Bindegewebe. Zeitschr. für wiss. Zoologie III. S. 151. 1854.

3) Die Struktur des Uterus bei Thieren. Zeitschr. f. rat. Medicin VIII S. 67 1849. K. behandelt die Bindegewebsentwickelung in der Serosa des Uterus.

4) Illustrirte med. Zeitung 1852. — Münchener Gelehrte Anzeigen Bd. II. 1854. Mir unzugänglich; ich citire nach Henle (Canstatt's Jahresber. 1852 resp. 1854).

5) Researches on the mode of development of the tissues in the mammalian body. Monthly Journal October 1853. Mir unzugänglich; ich citire nach Henle (Canstatt's Jahresber. 1853. S. 28). D. scheint daneben auch den Schwann'schen Bildungsmodus statuirt zu haben.

und der von Valentin nahm Gerlach[1]) ein. Derselbe sah in der Sehne die Fibrillen aus der unmittelbaren Spaltung der Grundsubstanz hervorgehen. An anderen Stellen beobachtete er jedoch auch ein Auswachsen der Zellen zu Fasern, niemals jedoch zu Faserbündeln. Die Ansicht Valentin's fand fernere Vertreter in Steinlin[2]), Luschka[3]) und Leydig[4]).

Eine gänzlich isolirte und auch unter sich sogar noch durchaus verschiedene Stellung nehmen Reichert[5]) und Remak[6]) ein. Ich verzichte darauf, die Ansichten beider Forscher zu skizziren, da dieselben von Voraussetzungen ausgehen (Nicht Präformirtsein der Fibrillen des Bindegewebes und Existenz einer Membran der Embryonalzellen), die längst als irrig erkannt sind, und die der jetzigen histiologischen Generation ebenso abenteuerlich wie schwerverständlich erscheinen dürften. Für die hier vorliegende Frage nach der Entwickelung der Bindegewebsfibrillen ist nur die Thatsache von Interesse, dass, wenn beide Forscher auch eine Betheiligung der Zellen beim Aufbau des fibrillären Bindegewebes annahmen, sie doch ein direktes Auswachsen der Zellen in die Fibrillen

---

1) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Mainz 1848. S. 120.

2) Ueber die Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere. Untersuch. der Züricher naturf. Gesellschaft 1847 S. 3. S. beschreibt das Auswachsen der Zellen zu Fasern im embryonalen Eierstock.

3) Die Anatomie der menschlichen Brustdrüsen. Müller's Archiv 1852 S. 409. L. zieht seine Schlüsse nicht aus der Untersuchung des embryonalen Gewebes, sondern aus Formen, die ihm im Bindegewebe des Erwachsenen begegneten.

4) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte d. Rochen u. Haie. 1852. S. 105. L. beschreibt das Bindegewebe der Rochenembryonen.

5) Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung und vergleichende Beobachtungen über Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845. — Zur Streitfrage über die Gebilde der Bindesubstanz, über die Spiralfaser und über den Primordialschädel. Müllers Archiv 1852. S. 521. — Bericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie im Jahre 1852. Müller's Archiv 1853. S. 32.

6) Ueber die Entstehung des Bindegewebes und des Knorpels. Müller's Archiv 1852. S. 47.

im Sinne von Valentin oder gar von Schwann auf das entschiedenste leugneten. — Dasselbe, was von Reichert und Remak, gilt auch von den späteren Forschern Ercolani[1]) und Ordonnez[2]).

Die grossen Umwälzungen, welche die Lehre vom Bau des erwachsenen Bindegewebes im Anfange der fünfziger Jahre erfuhr und welche in den Darstellungen von Virchow[3]) und Donders[4]) gipfelnd dem stolzen Bau der Cellularpathologie als Grundlage dienten, konnten auch auf die Lehre von der Bindegewebsentwickelung nicht ohne Einfluss bleiben. Nachdem der Gegensatz der fibrillären Grundsubstanz des Bindegewebes als Intercellularsubstanz gegenüber den zelligen Elementen des Bindegewebes, den anastomosirenden Bindegewebskörperchen so scharf hervorgehoben war, war es nur erklärlich, wenn auch im embryonalen Gewebe derselbe Unterschied urgirt wurde. Dies geschah vornehmlich durch Donders, welcher die Existenz der von Schwann sowohl wie von Valentin und seinen Nachfolgern aus dem embryonalen Bindegewebe beschriebenen spindelförmigen und sternförmigen Zellen anerkannte, im Gegensatze jedoch zu Schwann sowohl wie zu Valentin ihre Betheiligung an der Ausbildung der Bindegewebsfibrillen gänzlich leugnete, sondern ihre Fortsätze nur in elastische Fasern sich umbilden liess. Die Bildung der eigentlichen Bindegewebsfibrillen wurde wie von Henle so auch von Donders in die Zwischensubstanz selbst verlegt.

Virchow, der in früheren Publicationen meist bei Gelegenheit pathologischer Befunde nnd Vorgänge[5]) der Schwann'schen Lehre

---

1) Osservazioni sulla struttura normale e sulle alterazioni patologiche del tessuto fibroso. Memorie della Academia delle scienze di Bologna. 2. Serie. tom. V. 1865. S. 257.

2) Étude sur le devéloppement des tissus fibrillaire (dit conjonctif) et fibreux. Journal de l'Anatomie 1866. S. 471.

3) Ueber die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen sowie über Schleimgewebe. Würzburger medizin. Verhandl. II. S. 150. 1852. — Weitere Beiträge zur Struktur d. Gewebe d. Bindesubstanz. Ebenda S. 314.

4) Zeitschr. f. wiss. Zoologie III. 348. 1853.

5) Zur Entwickelungsgeschichte des Krebses nebst Bemerkungen über die Fettbildung im thierischen Körper. Virchow's Archiv I. 97. 1847. — Ueber die histiologischen Elemente in Adhäsionen. Würzburger phys. med. Verhandl. I. S. 141. 1851.

von dem Zerfall der Zellen in Fibrillen das Wort geredet hatte, verlegte nunmehr auch die entwickelungsgeschichtliche Entstehung der Bindegewebsfibrillen in die Intercellularsubstanz [1]). Er that ferner den für die Ausbildung seiner Bindegewebstheorie unendlich wichtigen Schritt, dass er die Kluft zwischen den elastischen Fasernetzen und den feinen Anastomosen seiner Bindegewebskörperchen wenigstens theilweise überbrückend [2]), die feinen Fasern, in welche die spindel- und sternförmigen Zellen des embryonalen Bindegewebes auslaufen, als die Anlagen für die Anastomosen seiner Bindegewebskörperchen betrachtete.

Nachdem so die unzweideutigen Beobachtungen Schwann's, Valentin's und ihrer vielen Nachfolger über das Vorhandensein spindel- und sternförmiger Zellen im embryonalen Bindegewebe als richtig anerkannt und in solcher Gestalt mit der herrschenden Lehre vom Bau und von der Bedeutung des Bindegewebes glücklich vereinigt waren, schien die Frage nach der Bindegewebsentwickelung wenigstens dem Abschluss nahe. Henle's in seinen Jahresberichten unermüdlich fortgeführte Polemik gegen die Virchow'sche Bindegewebsdoctrin bewegte sich mehr auf dem Boden histiologischer, wie histiogenetischer Untersuchungen. Die histiogenetischen Differenzen, in denen sich gegenüber Donders und Virchow Henle [3]) und mit ihm viele andere Forscher [4]) befanden, beziehen sich einzig und allein auf die Entwickelung der elastischen Fasern und die Beziehung der sternförmigen Zellen zu denselben. In Bezug auf die Entwickelung der Bindegewebsfibrillen schien man sich in der That dahin geeinigt zu haben, dieselbe als eine Differenzirung der Intercellularsubstanz aufzufassen. In diesem Sinne

1) Cellularpathologie 1859. S. 40.

2) Cellularpathologie 1859. S. 93.

3) Canstatt's Jahresber. f. 1851. S. 29. — Jahresber. f. 1852. S. 24. Henle-Meissner, Jahresber. f. 1858. S. 50.

4) Heinrich Müller, Abhandlung über den Bau der Molen. Würzburg 1847. S. 62. Anmerkung. — Ueber eigenthümliche scheibenförmige Körper und deren Verhältniss zum Bindegewebe. Würzburger phys. medizin. Verhandl. X. S. 132. 1859. — Reichert, Bericht über die Fortschritte der mikrosk. Anatomie im Jahre 1851. Müller's Archiv 1852. S. 94. — Baur die Entwickelung der Bindesubstanz. Tübingen 1858. S. 25. — Beneke über die Nicht-Identität von Knorpel-, Knochen- und Bindegewebe. Archiv des Vereins für gemeinschaftl. Arbeiten. IV. S. 385. 1859. — Weismann,

sprechen sich wenigstens nunmehr fast alle Forscher aus, sogar die, welche früher entgegengesetzten Ansichten huldigten, wie Gerlach[1]) und Luschka[2]).

Eine besondere Beachtung verdient dieser Wechsel der Anschauungen bei Kölliker, wo derselbe sich in einer für den geschichtlichen Gang dieser Frage sehr characteristischen Weise vollzieht. Früher, wie Virchow, ein Anhänger der Schwann'schen Lehre[3]), schlug er im Jahre 1852 einen Mittelweg ein[4]), indem er einen Theil der Bildungszellen des Bindegewebes à la Schwann die Fibrillen bilden, einen andern aber sich in „Kernfasern" à la Donders umwandeln liess. Später, nachdem durch Virchow und Donders der Gegensatz zwischen Bindegewebszellen und Intercellularsubstanz auf das schärfste accentuirt worden war, gab er die Annahme, dass das fibrilläre Bindegewebe und die elastischen Fasern sich aus Zellen aufbauen, auf, und liess nunmehr beide in der Intercellularsubstanz sich bilden, während er im Sinne der orthodoxen Virchow'schen Anschauung die embryonalen stern- und spindelförmigen Körper als Bindegewebskörperchen persistiren liess [3]).

So schien jetzt mit dem Uebertritt ihres früheren bedeutend-

Ueber den feineren Bau des menschlichen Nabelstrangs. Zeitschrift für ration. Medicin 3. Reihe XI. S. 146. 1860. — Alle diese Forscher finden, dass die Entwickelung der feinen elastischen Fasernetze schon von Anbeginn an in derjenigen Form erfolgt, den dieselben beim Erwachsenen zeigen, und stellen die von Donders zuerst behauptete Beziehung der stern- und spindelförmigen Zellen des embryonalen Bindegewebes zu den elastischen Fasernetzen mehr oder weniger entschieden in Abrede. Eine Betheiligung der Zellen an der Bildung der Bindegewebsfibrillen wird jedoch von keinem einzigen dieser Forscher behauptet.

1) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Zweite Auflage. Mainz 1853. S. 96.

2) Die Kreuzdarmbeinfuge und die Schaambeinfuge des Menschen. Virchow's Archiv VII. S. 303. Auch diese Untersuchungen sind, wie die früheren, nur am erwachsenen Bindegewebe angestellt.

3) Vgl. z. B. Mikroskopische Anatomie II. 256.

4) Ueber die Entwickelung der sogen. Kernfasern, der elastischen Fasern und des Bindegewebes. Würzburger phys. med. Verhandlungen III. S. 1. 1852.

5) Neue Untersuchungen über die Entwickelung des Bindegewebes. Würzburg 1861.

sten Verfechters die alte Lehre Schwann's ganz isolirt und aufgegeben, als nunmehr die berühmte Abhandlung M. Schultze's ans Licht trat, die in mehrfacher Beziehung einen Wendepunkt in der Histiologie darzustellen berufen war [1]). Ich kann darauf verzichten, die darin vorgetragenen Lehren zu skizziren. Ist doch fast jede einzelne derselben Gemeingut der modernen Histiologie geworden. Mit der Zurückführung der Zwischensubstanz auf das Protoplasma der embryonalen Zellen, jenem Satze, der fortan das Fundament der Lehre vom Bindegewebe gebildet hat, war auch der von uns hier behandelten Frage nach der Entwickelung der Bindegewebs-Fibrillen der Weg vorgezeichnet, und mit Recht wird M. Schultze als derjenige angesehen, der die alte Schwann'sche Beobachtung wieder in ihre Rechte eingesetzt hat.

Es ist übrigens bemerkenswerth, dass weder an dieser Stelle noch in einem etwas früher erschienenen academischen Programm, in welchem die gleiche Lehre von der Entstehung der Zwischensubstanz aus dem Protoplasma bereits vorgetragen wird [2]), eine ausführlichere Beschreibung der Entwickelung des fibrillären Bindegewebes sich findet [3]). Die Untersuchungsreihe, welche M. Schultze zu der unten angezogenen Darstellung geführt hat, ist vielmehr bis jetzt noch nicht publicirt worden. Mir mag es vergönnt sein, wenn auch nur in ganz gedrängten Zügen, diejenige Anschauung an dieser Stelle zu entwickeln, die mein verehrter Lehrer in seinen Vorlesungen über mikroskopische Anatomie vorträgt, und für deren

---

1) Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. Reichert und du Bois-Reymond's Archiv 1861. S. 1.

2) Observationes de Retinae structura penitiori. Bonn. 1859, S. 14, 18.

3) »Der genannte Zustand des jungen Bindegewebes ist so zu deuten, dass die allmählig sich fibrillär umwandelnde Grundsubstanz das Protoplasma wandungsloser und bis zur Verschmelzung genäherter Embryonalzellen sei. Aber wie bei der Entwickelung der Muskelfasern Spuren unveränderten Protoplasmas zwischen den Fibrillen übrig bleiben und sich namentlich um die Kerne ansammeln, so bleibt auch bei den Zellen, deren Protoplasma sich in fibrilläres Bindegewebe umwandelt, ausser den Kernen noch ein wenig unverändertes Protoplasma übrig, welches erstere in freilich oft nur sehr geringer Menge umgiebt. Das sind die gleich den Muskelkörperchen wandungslosen Bindegewebs- oder Sehnenkörperchen.« Arch. f. Anat. u. Physiologie 1861. S. 13.

correcte Wiedergabe der intime wissenschaftliche Verkehr, in dem ich mit M. Schultze stehe, bürgen mag.

Das Protoplasma der Embryonalzellen bildet die Fibrillen auf seiner Oberfläche und aus seiner Substanz vermöge seiner formativen Thätigkeit, gerade so wie das Protoplasma die Cellulose-Membran oder die quergestreifte Muskelfibrille bildet. Bei manchen Bindesubstanzen kann diese Bildung intraprotoplasmatisch vor sich gehen, wie sich z. B. Stärke und Fett im Innern des Protoplasma bilden. Ebensowenig der Natur entsprechend, wie wenn wir sagen wollten: Protoplasma wandle sich in Cellulose, in Stärke, in Fett u. s. w. um, kann von einer directen und unmittelbaren Umwandlung des Protoplasma in Fibrillensubstanz die Rede sein. Vielmehr ist auch die Fibrillensubstanz ebensowohl wie jene eben genannten Substanzen, Cellulose, Fett, Stärke etwas Neues, durch die formative Thätigkeit des Protoplasma Gebildetes. Die Bindegewebsfibrillen sind ein Product des Protoplasma, nicht erst eine spätere Differenzirung vorher bereits vorhanden gewesener Intercellularsubstanz (Reichert). Bei dieser extraprotoplasmatischen Bildung von Bindesubstanzfasern kann das Protoplasma ziemlich vollständig aufgebraucht werden, so dass nur der Kern mit einer dünnen Protoplasma-Rinde persistirt; in anderen Fällen bleibt ein ansehnlicher Theil des Protoplasma im reifen Gewebe übrig.

Noch ehe M. Schultze's berühmter Aufsatz erschienen war, hatte Baur[1]) eine ausführliche Darstellung der Bindegewebsentwickelung veröffentlicht, die jedenfalls das Verdienst besitzt — wenn wir von den wenigen Seiten abgesehen, auf welche Schwann seine Lehre von der Bindegewebsentwickelung zusammengedrängt hat — die erste methodische, d. h. auf systematische Untersuchungsreihen und nicht auf einzelne mehr oder weniger zufällige Beobachtungen basirte Untersuchung der Bindegewebsentwickelung zu sein, die in der histiologischen Literatur vorkommt. Ich werde noch öfters auf das Buch von Baur zurückzukommen haben. Hier nur die Bemerkung, dass seine Beobachtungen zum grossen Theil sorgfältig und correct sind, dass Baur sich jedoch durch ein unfruchtbares Theoretisiren selber um die Früchte seiner Arbeit gebracht hat, indem er das Protoplasma der Embryonalzellen übersah und statt der Zellen Kerne annahm, zwischen denen die Fibrillen des Binde-

---

1) Die Entwickelung der Bindesubstanz. Tübingen 1858.

gewebes sich bilden sollten. Seine Darstellung fand kaum irgend welche Anhänger ausser Henle[1]) und etwa noch Landois[2]), welcher letztere jedoch nur in der Darstellung des thatsächlichen Sachverhaltes übereinstimmt, in der Deutung des Beobachteten jedoch auf das Erheblichste von ihm abweicht, indem er dasselbe mehr den von M. Schultze gelehrten Anschauungen zu accommodiren sucht. — Ohne weitere Consequenzen blieben auch die Darstellungen von Sick[3]) und von Ritter[4]), auf deren specifische Eigenthümlichkeiten einzugehen hier zu weit führen würde.

Von bedeutenderem Einfluss als diese war jedoch eine Lehre, die aus Brücke's Laboratorium hervorging und die zuerst in dem bescheidenen Gewande einer blossen Modification der Schwann-M. Schultze'schen Theorie auftretend, doch alsbald in einen gewissen Gegensatz zu derselben gelangte. Gleichzeitig erschienen die beiden Abhandlungen von Kusnetzoff[5]) und von Obersteiner[6]), von denen erstere das Bindegewebe der Cutis, die zweite das der Sehne behandelt. Ich vermag im Wesentlichen in dieser Theorie Brücke's nur diejenige Ansicht wiederzusehen, die in den ersten Zeiten der Histiologie bereits von Valentin aufgestellt wurde, die aber bei dem damaligen unvollkommenen Zustande der optischen Hülfsmittel niemals zu dem scharfen Gegensatz gegen die eigentliche Schwann'sche Theorie sich herausbilden konnte, wie es jetzt bei verbesserten Hülfsmitteln leicht geschah. Ich habe oben gezeigt, dass Schwann und Valentin wesentlich darin differirten, dass ersterer ein Auswachsen und Zerfallen der spindelförmigen Zellen in ein Fibrillenbündel, d. h. in eine grössere Mehrzahl von Fibrillen, letzterer nur in einzelne Fibrillen annahm, dass aber in jener Zeit bei der damaligen Unvollkommenheit der Mikros-

1) Henle-Meissner, Jahresbericht für 1866. S. 41.

2) Untersuchungen über die Bindesubstanz und Verknöcherungsprocess derselben. Zeitschr. f. wiss. Zool. XVI. S. 1. 1866.

3) Zur Entwickelungsgeschichte von Krebs, Eiter und Sarkom nebst einem Fall von Venen-Krebs, Virchow's Archiv XXXI. S. 312. 1864.

4) Zur histiologischen Entwickelungsgeschichte des Auges. Arch. f. Ophthalmologie X. S. 61, 1864.

5) Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Cutis, Wiener acad. Sitzungsber. LVI. 1867.

6) Ueber Entwickelung und Wachsthum der Sehne. Wiener acad. Sitzungsber. VI. 1867.

kope die Frage, ob die Fortsätze der Embryonalzellen einzelne Fibrillen oder Fibrillenbündel seien, nicht die Wichtigkeit erlangen konnte, die sie heute erlangt hat. In der That ist es beim Studium der älteren Literatur dieser Frage in jedem einzelnen Falle mitunter schwer zu entscheiden, ob die Autoren ihre spindelförmigen Zellen sich in Fibrillenbündel (Schwann) oder in einzelne Fibrillen (Valentin) fortsetzen lassen.

Die Arbeiten der beiden Schüler Brücke's kehren diesen Gegensatz auf das schärfste heraus, indem sie die embryonalen Zellen des Bindegewebes durch Auswachsen nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin nur je eine einzige Bindegewebsfibrille erzeugen lassen, so dass auch in dem fertigen parallelfaserigen Bindegewebe jede einzelne Fibrille einer Zelle entsprechen muss. Henle schloss sich alsbald an diese Theorie an[1]) und erweiterte mit Merkel[2]) dieselbe später durch eigene Beobachtungen aus der Pia mater des erwachsenen Thieres dahin, dass an einzelnen Localitäten anstatt der von Kusnetzoff und Obersteiner beschriebenen bipolaren Zellen des parallelfaserigen Bindegewebes auch wohl multipolare Bindegewebszellen sich entwickelten, die sich nach verschiedenen Richtungen hin in Bindegewebsfibrillen fortsetzten. In gleichem Sinne wie Kusnetzoff und Obersteiner sprach sich auch Babuchin[3]) nach seinen Erfahrungen über die Entwickelung des Gallertgewebes der Fische aus und Young[4]) adoptirte die Resultate der Brücke'schen Schüler für das fertige Bindegewebe, indem er an den durch das Oedem zerfaserten Bindegewebsbündeln des subcutanen Gewebes fast eine jede Bindegewebsfibrille auch eine spindelförmige Anschwellung, die er als Rest der Bindegewebszelle deutet, enthaltend fand.

Endlich ist noch Rollet[5]) zu erwähnen, der eine ausführliche Untersuchungsreihe über die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes mittheilt und zu dem Resultate gelangt, dass die Entstehung der Fibrillen ohne Betheiligung der Zellen in der Zwischensubstanz

---

1) Henle-Meissner, Jahresbericht f. 1867 S. 38.

2) Henle-Merkel, Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. Zeitschr. f. rat. Med. dritte Reihe Bd. XXXIV. S. 57. 1868.

3) Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben. S. 67.

4) Zur Anatomie der ödematösen Haut. Wiener acad. Sitzber. LVII. 1868.

5) Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben. S. 61.

vor sich geht. Er sowohl, wie Kusnetzoff und Obersteiner haben die verschiedenen Stadien der Fibrillenentwickelung an Säugethierembryonen, die mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt waren, studirt. Rollet bediente sich dabei besonders der serösen Häute. Für die Entwickelung des Bindegewebes in der Sclerotica hat sich später auch Manz[1]) an Rollet angeschlossen.

Gleichfalls mit Müller'scher Flüssigkeit behandelte Objecte liegen den aus dem Wiener Institute für experimentelle Pathologie in Wien hervorgegangenen Untersuchungen Breslauer's[2]), der als das geeignetste Untersuchungsobject das Schleimgewebe der Trommelhöhle von Schweinsembryonen empfiehlt, zu Grunde. Während man den später noch genauer zu erörternden Untersuchungsreihen von Kusnetzoff und Obersteiner und von Rollet eine methodische Durchführung und sorgfältige Entwickelung nicht absprechen kann, entziehen die ungenügenden Beobachtungen und die im höchsten Grade unklar formulirten Resultate Breslauer's, der »in geläutertem Sinne an die Anschauungen M. Schultze's und Brücke's anzuknüpfen bestrebt ist«, sich jeder sachgemässen Kritik.

Ich habe mich in der oben gegebenen Darstellung strenge auf diejenigen Literaturangaben über Bindegewebsentwickelung beschränkt, die in der That die normale Bindegewebsentwickelung im Embryo behandeln. Hätte ich, wie ursprünglich meine Absicht war, die Angaben über Bindegewebsentwickelung, auch soweit sie auf Untersuchungen über Bindegewebsneubildung im Erwachsenen bei Neoplasmen oder Entzündung etc. beruhten, mit in den Kreis der Darstellung gezogen, so wäre es mir ein Leichtes gewesen, den Umfang der oben gegebenen Literaturübersicht noch weit über das Doppelte zu vermehren. Dieser Zweig der Literatur ist besonders durch die Bestrebungen der auf diesem dornigsten Pfade der Histiologie, wie es scheint, mit ganz besonderer Vorliebe lustwandelnden Kliniker und Pathologen zu einem Umfang angeschwollen, von dem es schwer ist, sich eine Vorstellung zu machen. Als kleine Probe mag die folgende Zusammenstellung gelten, die nicht den entferntesten Anspruch auf Vollständigkeit macht und die mehr die Frucht gelegentlicher Lectüre als systematischer Collectaneen ist.

Bruch (die Diagnose der bösartigen Geschwülste Mainz 1847) lässt in Geschwülsten als Regel die Intercellularsubstanz ohne Betheiligung der Zellen in Fasern zerfallen, daneben findet er nur sehr selten in Fasern auswachsende Zellen. Vötsch (die Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem Heidelberg 1847) findet in dem sich regenerirenden Gewebe der

1) Das Auge d. hirnlosen Missgeburten. Virchow's Arch. 1. S. 319. 1870.

2) Ueber die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes. Arch. f. mikr. Anatom. V. 513. 1869.

Knochenhaut Zellen, die in mehrere Spitzen auslaufen. Kilian (Ein fibrinöser Polyp des Uterus. Zeitschr. f. rat. Med. III. 153. 1848), v. Baerensprung (Beiträge zur Anatomie und Pathologie der menschlichen Haut Leipzig 1848) und Köstlin (Zur normalen und pathologischen Anatomie der Lungen. Griesinger's Arch. f. physiol. Heilkunde 1850) nehmen bei verschiedenen pathologischen Bindegewebsneubildungen ein Faserigwerden des zwischen den Zellen befindlichen Blastems an. Virchow (Zur Entwicklungsgeschichte des Krebses nebst Bemerkungen über die Fettbildung im thierischen Körper. Virchow's Archiv I. S. 97. 1847. — Ueber die histiologischen Elemente in Adhäsionen: Würzburger phys. med. Verhandlungen I. S. 141. 1850), sowie Wedl (Grundzüge der pathologischen Histiologie Wien 1859) schliessen sich für die verschiedensten Bindegewebsneubildungen an den von Schwann gelehrten Entwickelungsmodus an. Ebenso beobachtete Paget (Lectures on the processes of repair and reproduction after injuries London 1849) in Pseudomembranen ein Auswachsen der Zellen in Fasern. Bennet (On cancerous and cancroid growth's. Edinburgh 1849) sah Beides, sowohl das Faserigwerden der Zellausläufer, wie den Zerfall des intercellulären Blastems. A. Wagner (Ueber den Heilungsprocess nach Resection und Exstirpation der Knochen Berlin 1853) lässt bei der Narbenbildung gekernte Zellen sich verlängern und reihenweise mit einander zu Fasern verschmelzen. Viele Forscher, von denen ich nur Joseph Meyer (Ueber die Neubildung von Blutgefässen in plastischen Exsudaten seröser Häute und in Hautwunden. Charité-Annalen IV, 89. 1853) und Luschka (Der Gallertkrebs der Leber. Virchows Archiv IV. 410. 1852) citire, lassen den geronnenen Faserstoff sich direct in fibrilläres Bindegewebe umwandeln! Förster (Beiträge zur Entwickelungsgeschichte und Histiologie der Geschwülste. Illustrirte med. Zeitung 1853. S. 70) betrachtet das Bindegewebe der Geschwülste als eine aus verschmolzenen Zellen hervorgegangene Substanz. Rokitansky (Ueber die Entwickelung der Krebsgerüste. Wiener acad. Sitzber. März 1853) lässt strukturlose kolbige Fortsätze in ihrem Innern kernhaltige Zellen erzeugen und Balken bilden, die sich dann in Fibrillen spalten. Thierfelder (De regeneratione tendinum, Meissen 1852) und Schroeder van der Kolk (Over den oorsprong en de forming van tubercula pulmonum) adoptiren für das Narbengewebe der Sehnen und das in der Umgebung tuberculöser Knoten vorkommende neugebildete Bindegewebe die Ansichten von Donders. Bizzozero (Sulla neoformazione del tessuto connettivo. Gazetta medica Italiana. Serie V. tom. IV. 1865. Il Morgagni 1866. — Sulla cicatrizzazione degli tendini tagliati. Annali univers. di Medicina 1868) lässt nach Verwundung des subcutanen Bindegewebes und nach Durchschneidung der Sehnen des Frosches 1866 die Wanderzellen, 1868 die farblosen Blutkörperchen zu spindelförmigen Bindegewebskörperchen werden. Ebenso Aufrecht (Ueber die Genese des Bindegewebes nebst einigen Bemerkungen über die Neubildung quergestreifter Muskelfasern und die Heilung per primam intentionem. Virchow's Archiv XLIV. S. 180. 1868), Neumann (Ueber die

Entwickelung des Bindegewebes in pleuritischen Schwarten und den Nachweis organischer Muskelfasern in denselben. Archiv der Heilkunde 1869. S. 601) und Janovitsch Tschainski (Ueber die entzündlichen Veränderungen der Muskelfasern. Stricker, Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien 1870. S. 94) adoptiren für die Bindegewebsneubildung den Entwickelungsmodus von Schwann.

Ich stehe an dem Schlusse einer Uebersicht, in der ich mit Sorgfalt Alles zusammengetragen zu haben hoffe, was die histiologische Fachliteratur seit den Zeiten von Schwann in der Lehre von der Entwickelung des fibrillären Bindegewebes aufzuweisen hat. Obwohl der Umfang dieser Literatur ein ausserordentlich beträchtlicher ist, ist dieselbe jedoch relativ sehr arm an methodisch durchgeführten Untersuchungsreihen, die allein in entwickelungsgeschichtlichen Fragen von dieser Schwierigkeit als maassgebend angesehen werden können. Wenn auch eine grosse Anzahl von Forschern gelegentliche Beobachtungen an embryonalen Geweben dazu benutzt hat, weitergehende Anschauungen über die Entwickelung des Bindegewebes daran zu knüpfen, sind wirkliche Untersuchungsreihen zur Entscheidung dieser Frage nur mitgetheilt von Schwann, Baur, Brücke (in den Arbeiten seiner Schüler Kusnetzoff und Obersteiner) und von Rollet. Diese vier meiner Vorgänger sind es allein, auf deren Untersuchungsreihen näher einzugehen ich mich verpflichtet fühle bei der Darstellung meiner eigenen Untersuchungsresultate, zu der ich nunmehr übergehe.

Meine Untersuchungen sind im Wesentlichen an Hühnerembryonen[1]) angestellt; doch habe ich nicht versäumt, einzelne Embryonen von Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen, die der Zufall mir bei Vivisectionen absolut frisch und lebenswarm in die Hände führte, gleichfalls sehr eingehend auf die Bindegewebsentwickelung zu untersuchen. Es stellte sich dabei heraus, dass ein Unterschied zwischen diesen beiden Classen der Wirbelthiere in

1) Ich darf es nicht unerwähnt lassen, dass ich neben den Hühnereiern auch Gelegenheit hatte, an einer grossen Menge von Möveneiern die Vorgänge bei der Bindegewebsentwickelung zu studiren. Ich verdanke dieselben der Vermittelung meines Freundes, Dr. Georg Reichenheim, der in der Lage war, mir dieselben von dem Kunitzer See in Schlesien stets frisch verschaffen zu können. Das Studium der Mövenembryonen bietet namentlich bei der grossen Pigmentarmuth dieser Thiere gegenüber den Hühnern manche sehr erhebliche Vortheile dar. Im Uebrigen sind die Verhältnisse jedoch absolut identisch mit denen der Hühnerembryonen.

Bezug auf die Entwickelung der Bindegewebsfibrillen nicht zu existiren scheint. Wiederkäuerembryonen mir zu besorgen habe ich verschmäht, weil ich sehr bald aus den Untersuchungen der Hühnerembryonen die Ueberzeugung schöpfte, dass unmittelbar nach dem Absterben und Erkalten des Thieres schon Vorgänge in den Geweben sich zu entwickeln beginnen, welche die hier vorliegenden äusserst zarten Verhältnisse bereits nicht unbeträchtlich verändern und es nicht mehr gestatten, den an diesen Objecten erhaltenen Bildern noch irgend welche Beweiskraft zuzuschreiben. Ich habe es mir daher zum Gesetz gemacht, nur solche Embryonen zu untersuchen, deren Herz noch schlug, als sie in meine Hände gelangten.

Meine feste Ueberzeugung ist, dass alle diejenigen Untersuchungen der Bindegewebsentwickelung als unzuverlässig zu bezeichnen sind, die nicht auf diesem Princip basiren. Dieses durchzuführen ist an Säugethieren fast unmöglich, und man ist also naturgemäss auf Brütversuche von Vogeleiern angewiesen, die ausserdem noch den Vortheil bieten, dass sie viel exactere Zeitbestimmungen zulassen, als bei Säugethieren mit Hülfe der messenden und die Grössenverhältnisse vergleichenden Methode möglich ist. Vor allem aber ist hier allein die Möglichkeit vorhanden, die Stadien der Bindegewebsentwickelung durch die Bebrütungsdauer der einzelnen Eier exact zu beherrschen [1]).

Die Versuchsreihe wurde in folgender Weise angestellt: Während der Monate April bis Mitte Juli 1870 wurden täglich drei Hühnereier in den Brütofen gelegt. Die ersten 14 Tage benutzte ich dazu, mich über die passenden Localitäten und die allgemeinen Verhältnisse zu orientiren. Darauf disponirte ich folgendermassen.

Ich beschloss nach den Resultaten der vorläufigen Orientirung folgende fünf Localitäten zum Studium der Bindegewebsentwickelung zu wählen:

---

1) Ich mache bei dieser Gelegenheit auf die Thatsache aufmerksam, dass bei der Entwickelung der einzelnen Eier individuelle Verschiedenheiten in durchaus nicht so sehr unbeträchtlicher Breite obwalten. Es ist eine Thatsache, die sich jedem, der ausgedehntere Bebrütungsversuche unternimmt, aufdrängt, dass einzelne Eier sich langsamer und andere wieder schneller entwickeln. Es hat sein Missliches, diese Differenzen, die sich einer Prüfung durch exacte Methoden entziehen, abzuschätzen. Doch glaube ich nicht, dass dieselben 2 bis höchstens 3 Tage überschreiten. Vgl. meine Beobachtungen über die Nichtgerinnung des embryonalen Blutes, Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv 1870. S. 721.

1) die Arachnoides,
2) das subcutane Gewebe der Schädelhaut,
3) das subcutane Gewebe der unteren Extremitäten,
4) die Muskelsehnen der unteren Extremitäten,
5) die Cornea[1]).

Ich entwarf mir eine Tabelle, auf welcher ich diese fünf Gewebe mit je 21 Entwickelungstagen (der Zeit, die ein Hühnchen von Beginn der Bebrütung bis zum Ausschlüpfen gebraucht) notirte. Nach jeder Untersuchung füllte ich in dem Schema den betreffenden Tag und das betreffende Gewebe aus und zeichnete mir ausserdem das Untersuchungsresultat kurz auf. Gewöhnlich wurde bei jedem einzelnen Ei nur eine Localität untersucht. Jeden Tag untersuchte ich drei Eier, von denen jedoch durchschnittlich nur zwei sich als brauchbar erwiesen.

Es ergab sich zunächst, dass an ein fruchtbringendes Studium der Bindegewebsentwickelung vor dem dritten Bebrütungstage überhaupt nicht und vor dem fünften Tage nur an der Arachnoides zu denken war. Ebenso ergab sich, dass bei der Mehrzahl der oben genannten Gewebe die Untersuchung vom 18. Tage der Bebrütung ab gleichfalls keine nennenswerthen Resultate in Bezug auf die Frage nach der Entwickelung der Bindegewebsfibrillen mehr ergeben konnte.

Nach meinem Schema habe ich nun untersucht:

1) die Arachnoides vom 4. bis zum 19. Tage der Bebrütung,
2) das subcutane Bindegewebe der Schädelhaut vom 5. bis 15. Tage,
3) das subcutane Bindegewebe der unteren Extremitäten vom 7. bis zum 17. Tage,
4) die Sehnen der unteren Extremitäten vom 7. bis zum 21. Tage,
5) die Cornea vom 4. bis zum 21. Tage.

---

1) Es war ursprünglich meine Absicht, die Entwickelungsgeschichte der Cornea, die nach der Entdeckung von Leber (Arch. f. Ophthalmologie XIV, 310) auch noch beim erwachsenen Huhn deutlich faserig ist, diesem Capitel anzuschliessen, zumal da dieselbe grosse Uebereinstimmung mit der Entwickelung des fibrillären Bindegewebes zeigt. Ich habe mich jedoch entschlossen, die Publication dieser Untersuchungsreihe zu verbinden mit ausführlichen Versuchen über die Veränderungen, welche die Cornea des Frosches bei der electrischen Reizung und der Entzündung erleidet. Dieselben beschäftigen mich bereits seit Anfang dieses Jahres, sind aber immer noch nicht zum Abschlusse reif.

Es ist selbstverständlich, dass ich mich nicht auf diese einmaligen Untersuchungen beschränkt, sondern besonders günstige Stadien zu wiederholten Malen studirt habe. So habe ich z. B. das mir bekannte günstigste Untersuchungsobject der Bindegewebsentwickelung, die Arachnoides vom neunten und zehnten Tage der Bebrütung mindestens einige 20 Male untersucht.

Die Art und Weise, wie ich die Untersuchungen vornahm, war folgende: Nachdem das Ei vorsichtig eröffnet, stach ich mit einer spitz ausgezogenen Glascanüle die Amniosblase an und sog die Amniosflüssigkeit auf, um mich derselben als indifferenter Untersuchungsflüssigkeit zu bedienen. Dann legte ich den Embryo auf eine mattgeschliffene Glasplatte, präparirte das zu untersuchende Organ heraus und liess es auf der Platte in einem sehr grossen Tropfen Amniosflüssigkeit schwimmen. Die mikroskopischen Präparate wurden stets in der Weise angefertigt, dass das Object in einem Tropfen Amniosflüssigkeit möglichst fein und platt ausgebreitet wurde. Absolut nothwendig ist, vor dem Auflegen des Deckgläschens einige Deckgläschensplitter um das Object herumzulegen, um den Druck auf das Object zu vermeiden. Gewöhnlich wurden die ersten Präparate, die ich von einem Embryo gewann, auf dem nach der Methode von Schklarewski[1]) construirten heizbaren Objecttisch untersucht. Zum Studium der hier vorliegenden Verhältnisse sind die stärksten Vergrösserungen nothwendig. Ich habe gewöhnlich zuerst Hartnack's System VII zur ersten Orientirung benutzt, alsdann jedoch fast ausschliesslich mit Hartnack's System IX sec. und à l'immersion gearbeitet.

Ein Umstand, der durchaus Beachtung verdient und der wesentlich die Ursache war, wesshalb ich mich entschloss, an je einem Embryo auch nur je ein Gewebe zu studiren, ist der, dass schon etwa eine Stunde, nachdem der Embryo aus dem Ei genommen ist, allmälig nicht unwesentliche Veränderungen in den Geweben vor sich gehen. Die in dem absolut frischen Gewebe klaren, bläschenförmigen Kerne werden dunkler und unregelmässig contourirt, zahlreiche Schleimfäden durchziehen das Gewebe, die jungen homogenen Bindegewebsfibrillen verlieren ihre scharfe Zeichnung und werden körnig u. s. w. Ich habe es daher nicht gerathen gefunden, die

1) Ein neuer heizbarer Objecttisch. Dieses Archiv IV. 342. 1868.

Gewebe des Embryo jemals länger als eine Stunde, nachdem das Ei eröffnet war, zu untersuchen.

Sehr vielfach waren meine Bemühungen, Reagentien zu finden, welche die hier vorliegenden zarten histiologischen Verhältnisse zu conserviren geeignet seien. Obwohl ich eine ausserordentlich grosse Reihe von Reagentien probirt, sind meine Bestrebungen doch ohne irgend einen nennenswerthen Erfolg geblieben. Nur die Osmiumsäure in einprocentiger Concentration vermag wenigstens bis zu 2 mal 24 Stunden die zarten histiologischen Verhältnisse in einigermassen erträglicher Weise zu conserviren. Alle anderen Reagentien — dies gilt auch speciell von der von Rollet und von Kusnetzoff und Obersteiner angewandten Müller'schen Flüssigkeit, — wirken in höchst ungünstiger Weise, nicht so sehr dadurch, dass sie etwa die sehr resistenzfähigen Fibrillen des Bindegewebes zerstören oder undeutlich machen, sondern vielmehr dadurch, dass sie die Embryonalzellen bis zur Unkenntlichkeit verunstalten und von dem Verhältniss derselben zu den Bindegewebsfibrillen nur Zerrbilder liefern.

I. Das Bindegewebe der Arachnoides.

Das Studium der Bindegewebsentwickelung an den verschiedenen Localitäten erheischt eine gesonderte Betrachtung, nicht so sehr weil die Vorgänge etwa irgendwie essentiell verschieden wären, als vielmehr desshalb, weil sehr bedeutende zeitliche Differenzen in der Entwickelung vorwalten. Man würde sehr irren, wenn man annähme, dass in demselbem Embryo zu einem beliebigen Zeitpunkte sämmtliches sich entwickelnde Bindegewebe in einem gleich vorgeschrittenen Zustande sich befände. Es wäre diess ein sehr grosser Irrthum. Die Entwickelungsintensität, die man auch als die Wachsthumsgeschwindigkeit bezeichnen kann, ist für die verschiedenen Localitäten auch eine sehr verschiedene.

Diese Thatsache ist darin begründet, dass, wenn ich mich so ausdrücken darf, das Bindegewebe sich wesentlich passiv entwickelt, dass es eben in seiner Eigenschaft als „Bindegewebe", als die verbindende und umhüllende Substanz der aus den beiden anderen Keimblättern hervorgegangenen Organe genöthigt ist, seine Wachsthumsgeschwindigkeit anzupassen der Wachsthumsgeschwindigkeit

der Organe, denen es als Stütze resp. Umhüllung dient. Nach dieser bekanntlich sehr verschiedenen Wachsthumsintensität der embryonalen Organe richtet sich stets auch die Entwickelung des dieselben begleitenden Bindegewebes.

Wenn dieses Princip richtig ist, so müssen die Thatsachen es bestätigen. In der That ist die Entwickelung des Bindegewebes am meisten vorgeschritten in der Arachnoides, deren äusserst dünne und zarte Bindegewebslage das so sehr schnell sich entwickelnde Centralorgan überzieht. Dann folgt das subcutane Bindegewebe der Schädelhaut, welches sich in einer gleichen Lage befindet wie die Arachnoides, dann die Sehnen der Extremitäten und zuletzt das subcutane Bindegewebe der Extremitäten, welche im Verhältniss zum Kopf und Rumpf nur eine äusserst geringe Wachsthumsintensität besitzen.

Von den vier Localitäten, an denen ich die Entwickelung der Bindegewebsfibrillen schildern werde, stelle ich die Arachnoides voran, weil in ihr die fraglichen Vorgänge am genauesten und klarsten zu verfolgen sind. Einmal sind, wie ich schon in der Einleitung bemerkte, die Regionen, wo das Bindegewebe in unregelmässigen, vielfach sich kreuzenden Bündeln auftritt, für das Studium der Bindegewebsentwickelung vorzuziehen den Gegenden, wo die Bindegewebsfibrillen parallel angeordnet verlaufen, wie in der Sehne. Diess scheint das einstimmige Urtheil fast aller Beobachter zu sein. So hat Schwann seine Untersuchungen am subcutanen Bindegewebe, Baur und Rollet an den dünnen Platten seröser Häute und endlich Kusnetzoff wieder am subcutanen Bindegewebe angestellt. Zweitens eignet sich diese ausserordentlich zarte Membran, die in toto unter dem Mikroskop ausgebreitet, mit den stärksten Vergrösserungen untersucht werden kann, viel besser zur Demonstration der fraglichen Verhältnisse als das subcutane Bindegewebe, wo brauchbare Präparate gewöhnlich nur erst nach Zerzupfung resp. Misshandlung des Gewebes mit Nadeln zu erhalten sind und der Verdacht künstlicher Verunstaltungen niemals ganz ausgeschlossen bleibt.

In jedem Stadium der Entwickelung stellt die Arachnoides des bebrüteten Hühnchens eine äusserst dünne blutgefässhaltige Membran dar, welche sich stets mit grosser Leichtigkeit unversehrt von der Oberfläche der Centralorgane abziehen lässt. Bringt man dieselbe am Ende des dritten Tages der Bebrütung unter das Mikroskop, so sieht man eine von nur sparsamen Gefässen durchzogene Masse von bis

zur Verschmelzung einander genäherten Embryonalzellen. Dieselben sind selten ganz rundlich, sondern lassen meist das Vorwiegen einer Längendimension erkennen. Gewöhnlich ercheint schon um diese Zeit das Protoplasma der Zellen an den beiden Enden des längsten Zellendurchmessers nicht mehr körnig, sondern bereits deutlich kurzfaserig (Fig. 1) [1]).

Der weitere Verlauf der Entwickelung vom 4. Tage ab bis etwa zum 8. Tage ist dadurch charakterisirt, dass einmal die Bindegewebszellen um vieles weiter auseinanderrücken und freie Zwischenräume zwischen sich lassen und dass nunmehr auf das deutlichste zu sehen ist, wie die Zellen gewöhnlich in zwei entgegengesetzten Enden in Bündel feiner und langer Fibrillen sich auflösen.

Das Bild, welches die Arachnoides in diesem Stadium bei mittlerer Vergrösserung betrachtet darbietet, ist etwa folgendes: Sehr reichliche Gefässe durchziehen das Gesichtsfeld, längs deren eine bis mehrere Reihen spindelförmiger langgestreckter Zellen, die an ihren Enden in feine Fibrillen zerfallen, eine Art von Adventitia bilden. Ausserdem haften dieser Adventitia in grosser Menge rundliche Zellen an, die auf dem heizbaren Objecttisch amöboide Bewegungen und eine wenn auch nicht sehr entwickelte, meist an den Spindelzellen der Adventitia haftende und längs derselben erfolgende Locomotion besitzen. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Maschen des Gefässnetzes enthalten Zellen, die an beiden Längsenden einen deutlichen Zerfall in Fibrillen zeigen. Diese Zellen liegen jedoch nicht unmittelbar neben einander, sondern sind durch weite Zwischenräume, die nur von der Gewebsflüssigkeit eingenommen werden, fast ganz getrennt und hängen meist nur durch die feinen Fibrillen, die sich an die der Nachbarzellen heranlegen, zusammen (Fig. 3). Ausser diesen Zellen, die bereits deutlich den Zerfall in Fibrillen zeigen, befinden sich noch zahlreiche Wanderzellen im Gewebe, jedoch nicht so reichlich, wie in der unmittelbaren Umgebung der Gefässe.

Untersucht man die die Fibrillen bildenden Zellen der Pia mater in jenem ersten Stadium, das ich etwas willkürlich mit dem

---

1) Niemals, so früh ich auch untersuchen mochte, habe ich weder in der Arachnoides noch in sonst einem bindegewebigen Organe Embryonalzellen gefunden, die nicht bereits schon die ersten Spuren dieser Fibrillenbildung gezeigt hätten. Es scheint also, als ob diese formative Thätigkeit unmittelbar schon mit der Entstehung der Zellen beginnt.

4. Tage abgesteckt habe, oder in dem zweiten Stadium vom 4. bis 8. Tage mit den stärksten Vergrösserungen, so lassen sich zwar manche Details über das Verhältniss der neugebildeten Fibrillen am Zellkörper ermitteln, im Uebrigen aber theilt auch diese Untersuchung den allgemeinen Fluch entwickelungsgeschichtlicher Studien, dass man in das Wesen dieses interessanten Vorganges selber eigentlich um keinen Schritt weiter eindringt. Doch will ich das, was ich habe beobachten können, hier mittheilen, um wenigstens bestimmte Stadien und Bilder festzustellen, die für das Verhältniss der neugebildeten Fibrillen zu den Zellen von wesentlicher Bedeutung sind.

Ich schicke voraus, dass diese Untersuchungen nur bei den allerstärksten Vergrösserungen und bei vorzüglicher Beleuchtung anzustellen sind. Immer aber wird man, eben wenn man jene stärkste Vergrösserung auf das Zellenende, wo der räthselhafte Vorgang der Fibrillenbildung vor sich geht, auf das schärfste einstellt, doch stets nur das betrübende Gefühl haben, dass man hier erst am Anfange der sinnlichen Wahrnehmung steht und dass das Mikroskop auch diesesmal nur wieder neue Räthsel aufgiebt, ohne die alten zu lösen.

Betrachtet man eine Arachnoides in dem Stadium, welches in Fig. 1 a wiedergegeben ist oder besser noch einzelne Zellen derselben (Fig. 1 c), die sich an den Rändern des Präparates mit grosser Leichtigkeit isoliren, so sieht man deutlich, wie an den zwei Längsenden der Zelle nicht mehr die einfache körnige Structur des Protoplasma vorhanden ist, welche das letztere in der nächsten Umgebung des stets schönen und klaren Kernes zeigt, sondern dass an die Stelle der einfachen Granulirung ein eigenthümliches rauhfaseriges Aussehen getreten ist. Dasselbe rührt her von kleinen kurzen Fäserchen, die sich an den Enden der Zelle in der Substanz des Protoplasma gebildet haben. Zwischen diesen Fäserchen sind die Körner des Protoplasma stets noch unverändert vorhanden. Bis zu diesem Stadium zeigen die Zellen noch sehr wenig lebhafte amöboide Bewegungen; Locomotion ist nicht wahrzunehmen.

Ein ähnliches Bild bietet Fig. 2, welches der Arachnoides eines 5 tägigen Embryo entnommen ist.

Untersucht man noch weiter vorgeschrittene Stadien, wie z. B. Fig. 3 vom 7tägigen Embryo, so haben sich die Verhältnisse schon etwas anders gestaltet. Vorwiegend ist auch hier noch das Ver-

hältniss, dass das Auswachsen der Fibrillen meist an den zwei entgegengesetzten Längsenden der Zellen erfolgt. Doch finden sich in diesem Stadium schon nicht mehr selten kurze Fibrillen, die senkrecht auf der Längsaxe der Zelle stehen und meist zur Verbindung der Zelle mit ihren Nachbarn dienen. Eine zweite Eigenthümlichkeit besteht darin, dass die Fibrillen, die an den beiden Längsenden der Zelle von derselben abgehen, nicht mehr mit einander mehr oder weniger innig zu einem Bündel verflochten sind, sondern jetzt auch getheilt und als gesonderte einzelne Fibrillen verlaufen. Ferner sieht man jetzt, während in Fig. 1 nur die beiden Zellenpole fibrilläre Structur zeigen, das kernhaltige Centrum aber gänzlich davon frei bleibt, nunmehr die Fibrillen durch die ganze Länge der Zelle verlaufen, so dass ein und dieselbe Fibrille jetzt nicht selten sowohl über das eine wie über das andere Ende der Zelle hinausragt. Ich habe mir die Frage vorgelegt, ob dieses Verhältniss zu Stande kommt, dadurch dass zwei Fibrillen, die an den beiden entgegengesetzten Zellenenden angelegt werden, sich einander nach dem Centrum der Zelle zu entgegenwachsen und dort zu einer einzigen Fibrille verschmelzen, oder ob die einzelnen Fibrillen durch das Centrum der Zelle hindurchwachsen und ohne mit einer entgegenkommenden zu verschmelzen, auch über das entgegengesetzte Ende der Zelle hinaus sich erstrecken. Es lässt sich diese Frage, die in anderer Gestalt uns noch einmal beschäftigen wird, leider nicht durch direkte Beobachtung entscheiden. Aus dem Studium einer grossen Reihe von Präparaten, die die im Centrum der Zelle einander entgegenwachsenden Fibrillen oft bis zur Verschmelzung genähert zeigten, ist mir die erstere Wahrscheinlichkeit jedoch am überzeugendsten erschienen.

In Bezug auf das Verhalten des Zellprotoplasma zu den neu sich bildenden resp. weiter auswachsenden Fibrillen lehrt die Untersuchung der vorgeschrittenen Stadien ebensowenig Thatsächliches wie die der früheren. Irgendwelche Beziehungen des Protoplasma zu den jungen Fibrillen, etwa ein Auswachsen der Protoplasmakörner zu Fibrillen konnte ich eben so wenig hier wie dort wahrnehmen. Deutlicher aber gestaltet sich hier als wie in jüngeren Stadien die Einsicht in ein Verhältniss, dem ich für die Lehre vom Bindegewebe eine grosse Bedeutung zuzuschreiben geneigt bin.

Oben ist gesagt worden, dass zwischen den allerersten Anfängen der eben erst sich bildenden Fibrillen eine deutliche gra-

nulirte Masse vorhanden ist, die man in jenen frühen Stadien unbedenklich mit dem Protoplasma identificiren wird (Fig. 1). Beobachtungen späterer Stadien (Fig. 3) lassen gleichfalls diese granulirte Masse deutlich erkennen, doch scheinen hier ernste Zweifel geboten, ob man diese körnige Masse in der That als lebendes Protoplasma zu bezeichnen berechtigt ist.

Betrachtet man Stadien, in denen die Fibrillen der Zellen schon eine beträchtliche Länge erreicht haben (Fig. 3), so sieht man fast stets zarte Züge und Reihen feinster Körnchen, die sich in Nichts von den Körnern des Protoplasma unterscheiden, die ganzen Fibrillen oft bis an ihr letztes Ende begleiten. Zuerst war ich der festen Meinung, hier Fortsätze der lebenden Zelle, ähnlich den Pseudopodien der Rhizopoden und Polythalamien vor mir zu haben, feinste Ausläufer lebenden Protoplasma's, die mit der den Kern umgebenden grösseren Protoplasmamenge in continuirlichem Zusammenhang stehend an den äussersten Gränzen der Zelle die zur Bildung der Fibrillen führende formative Thätigkeit ausübten. Wer einmal am Meere das Spiel der Pseudopodien einer Polythalamie gesehen und die diesen feinsten Protoplasmasträngen innewohnende vitale Energie bewundern gelernt hat, dem musste dieser Gedanke in der That als der natürlichste erscheinen. Ich gab mich der festen Erwartung hin, an diesen feinen Körnchensträngen eine deutliche Körnchenbewegung und Protoplasmaströmung nachweisen zu können. Diese Erwartung ist getäuscht worden; so oft ich auch auf dem heizbaren Objecttisch unter Anwendung aller möglichen Cautelen die Arachnoides beobachten mochte, niemals gelang es mir ein Fliessen dieser Körnchenreihen zu sehen. Ebensowenig zeigten auch die Körper der Zellen irgendwelche Gestaltveränderungen. An den Zellen, welche die Fibrillen des Bindegewebes bilden, habe ich Gestaltveränderungen überhaupt nur in sehr geringem Maasse und dann auch nur in sehr frühen Stadien, niemals nach dem 4. Tage der Bebrütung nachweisen können. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass die Fähigkeit des Protoplasma zu amöboiden Bewegungen erlischt, sobald die formative Thätigkeit desselben begonnen hat.

Nachdem mir dieses negative Resultat meiner auf den Nachweis von Bewegungserscheinungen gerichteten Bestrebungen die protoplasmatische Natur dieser Körnchenreihen schon im hohen Grade unwahrscheinlich hatte erscheinen lassen, wurde ich bald auf eine

Thatsache aufmerksam, die meiner Ansicht nach beweist, dass diese Körnchenreihen kein Protoplasma sein können. Gegen das Ende dieses Stadiums, also etwa am 8. Tage, finden sich sehr häufig Zellen, die sich in Fibrillen umwandeln und die am äussersten Ende der Fibrillen Anhäufungen und Reihen von Körnchen zeigen, die sehr häufig mit dem Zellkörper, d. h. der den Kern umgebenden grösseren Protoplasmamenge nicht mehr in Continuität stehen (Fig. 4). Es sind mithin diese Körnchenhaufen und Reihen nicht mehr als protoplasmatisch, d. h. als Theile oder Ausläufer einer vitalen Zelle aufzufassen, sondern als etwas von der Zelle bereits Abgeschiedenes, Fremdes, nicht mehr „germinal matter", sondern „formed matter" nach der Terminologie von Beale, die in diesem Falle gerade ganz vorzüglich geeignet ist, einen exacten Unterschied zweier Substanzen auszudrücken, die dem Aussehen nach identisch, der histiologischen und physiologischen Werthigkeit nach jedoch durchaus verschieden sind.

Gegen das Ende dieses Kapitels werde ich ausführlicher meine Ansicht über diese interfibrillären körnigen Massen begründen. Für jetzt verlasse ich dieselben und gehe dazu über, einen Punkt zu erörtern, der mir für die Theorie der Bindegewebsbildung von Wichtigkeit zu sein scheint. Derselbe betrifft nämlich die Frage, ob man bei der Bildung einer Bindegewebsfibrille stets nur eine einzige oder auch mehrere Embryonalzellen als betheiligt anzusehen habe.

Man kann nämlich ausserordentlich oft in dem sich entwickelnden Bindegewebe, besonders dort, wo auf längere Strecken hin eine parallelfaserige Richtung des Bindegewebes sich vorfindet, das Verhältniss constatiren, dass eine einzige bindegewebige Fibrille in ihrem Verlauf oft mehreren (3—4) Embryonalzellen anliegt; resp. die Substanz derselben in einer Weise durchsetzt, dass man das Verhältniss der einzelnen Zelle zu dem ihr zunächst liegenden Stück der Fibrille betrachtend, nicht anstehen würde, hier eine Genese dieses Fibrillenabschnittes aus eben dieser Zelle anzunehmen. Wird man aber gewahr, dass dieselbe Fibrille nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin weiter verfolgt ganz gleiche Beziehungen auch zu den beiden benachbarten Zellen bietet, so erheben sich doch Zweifel, ob in der That die einzelnen Abschnitte eines so einfachen Elementartheiles wie einer Bindegewebefibrille als von verschiedenen Zellen gebildet angesehen werden sollen. Es stehen der Entscheidung dieser Frage dieselben Schwierigkeiten entgegen, die ich oben

erörtert habe, wo es sich darum handelte, zu entscheiden, ob die zuerst an den entgegengesetzten Polen der Bindegewebszelle sich entwickelnden Fibrillen sich entgegenwachsen und im Centrum der Zelle mit einander verschmelzen, oder ob sie ohne mit einander zu verschmelzen durch das Centrum der Zelle hindurchwachsen. In diesem Falle ist dieselbe Frage noch schwieriger zu entscheiden, wie in dem ersten Falle, wo es sich nur um die Fibrillen einer einzigen Zelle handelte, und mit viel geringerer Zuversicht wie oben, kann ich mich auf Grund meiner Beobachtungen dieses Mal für die gleiche Ansicht aussprechen, dass nämlich in der That eine Verschmelzung der von verschiedenen Zellen gebildeten Abschnitte zu einer einzigen Fibrille stattfindet.

Die neugebildeten Fibrillen des Bindegewebes verlaufen zuerst in der Regel geradlinig und zeigen erst später eine leichte Schlängelung und einen etwas gewundenen Verlauf, der jedoch in den letzten Tagen der Bebrütung schon sehr deutlich hervortritt. Sehr merkwürdig ist die Thatsache, dass die jungen Bindegewebsfibrillen auf Zusatz von Essigsäure nicht sofort aufquellen und sofort unsichtbar werden, wie die des erwachsenen Bindegewebes, sondern bedeutend resistenzfähiger sind, so dass erst eine erhebliche Zeit (gewöhnlich mehrere Stunden) vergeht, ehe die Fibrillen erst undeutlich und dann unsichtbar werden [1]. Gegen das Ende der Bebrütungsperiode erfolgt die Auflösung der Fibrillen leichter wie im Anfang.

Soweit die Thatsachen, die die Beobachtung der einzelnen Zellen und der aus denselben hervorgehenden Fibrillen über das Verhältniss der letzteren zu den ersteren ergeben. Ehe ich dieses Stadium verlasse, erübrigt es noch, zwei Punkte zu besprechen, die sich nicht mehr hierauf, sondern auf allgemeinere Verhältnisse beziehen.

Die erste Frage ist die: Welches Verhältniss besteht zwischen der Bildung des fibrillären Bindegewebes und der Entwickelung der Gefässe? Ist die erstere etwa durch die letztere bedingt und sind nicht die embryonalen Bildungszellen wahrscheinlich alle Abkömmlinge aus den Gefässen? Hierüber ist Folgendes zu bemerken: Am

---

1) Dass die Fibrillen des embryonalen Bindegewebes sich beim Kochen nicht auflösen und keinen Leim geben, hat schon Schwann (Mikrosk. Untersuch. S. 143) nachgewiesen.

Ende des dritten Tages stellt die Arachnoides eine einfache Lage bis zur Verschmelzung genäherter, rundlicher oder meist ellipsoidischer Zellen dar, die an zwei entgegengesetzten Polen bereits die allerersten Andeutungen einer beginnenden Faserbildung verrathen. Dazwischen liegen die gleichfalls erst eben sich bildenden Gefässe, die zu dieser Zeit noch keine irgendwie nennenswerthe Bedeutung und Anzahl erlangt haben. Es ist also anzunnehmen, dass bereits gleichzeitig und unabhängig von den ersten Gefässen embryonale Zellen sich in Fibrillen umzuwandeln beginnen.

Andrerseits ist es mir sehr wahrscheinlich geworden, dass, nachdem einmal die ersten Gefässe angelegt sind, der grösste Theil der Bindegewebszellen der Arachnoides auch wirklich den Gefässen entstammt. Hierfür spricht ausser der sehr mächtigen Entwickelung des Gefässnetzes der Reichthum der den Gefässen anhaftenden und das Gewebe nach allen Dimensionen durchziehenden Wanderzellen sowie der Umstand, dass in der Adventitia der Gefässe die Fibrillenbildung stets am energischsten vor sich geht und von dort aus allmälig gegen das Centrum der Gefässmaschen vorschreitet.

Die zweite Frage betrifft die Natur der Zwischensubstanz, von der ich oben gesagt habe, dass sie etwa vom 4. Tage ab auftritt und die einzelnen Zellen in diesem Stadium von einander trennt. Ich halte diese Substanz für flüssig, für Serum, das aus dem reichen Netz der Blutgefässe stammt und das ganze Gewebe durchtränkt und dem nur durch den leicht nachweisbaren Gehalt an dem Gewebe entstammendem Mucin eine gewisse Klebrigkeit und Zähigkeit zukommt. Hierfür spricht Folgendes: Einmal ist an den freien Rändern der Präparate niemals ein Contour sichtbar, der diese homogene, die Farbe des Gesichtsfeldes zeigende Zwischensubstanz von dem Tropfen der Amniosflüssigkeit, in dem das Gewebe der Arachnoides ausgebreitet ist, trennte. Zweitens flottiren die Embryonalzellen des Bindegewebes, wenn man Ströme unter dem Deckgläschen erzeugt, mit grosser Leichtigkeit. Mitunter reissen auch bei dieser Gelegenheit die höchst zarten auf Verschmelzung oder Apposition der Bindegewebsfibrillen beruhenden Verbindungen, die eine Bindegewebszelle mit ihren Nachbarn zusammenhalten, ab und die Zelle wird frei von dem Strome hinweggerissen, ohne dass die Zwischensubstanz ihr einen nennenswerthen Widerstand entgegensetzt. Aehnlich wie diese abgelösten Bindegewebszellen verhalten

sich im Gewebe zerstreute Wanderzellen, Blutkörperchen und künstlich beigemengte Farbstoffpartikelchen.

Soweit die Entwickelungsvorgänge bis zum 10. Tage der Bebrütung. Mit diesem Zeitpunkte beginnt eine Erscheinung in die Augen zu fallen, deren erste Anfänge sich bereits vom Ende des 7. Tages wahrnehmen lassen, deren eigentliche Entwickelung ich jedoch — wie sich versteht, mehr oder minder, willkürlich — nicht von vor dem Beginne des 10. Tages herdatiren möchte. Von diesem Zeitpunkte ab zeigt eine nennenswerthe Anzahl der Embryonalzellen das Auftreten feiner fettartig glänzender Tröpfchen in ihrem Innern, die sich fortwährend vermehren und den Zellen endlich das vollkommene Aussehen von Körnchenzellen geben. Diese Metamorphose betrifft eine sehr beträchtliche Anzahl sämmtlicher Zellen und zwar sowohl die Wanderzellen, die jedoch nur wenig von ihrer Fähigkeit zur Gestaltveränderung und Locomotion dabei einzubüssen scheinen, sowie die Zellen, die bereits eine vorgeschrittene Umwandlung in Fibrillen zeigen. Ich habe grosse Mühe darauf verwandt, festzustellen, was diese Metamorphose zu bedeuten habe und bin zu der Ansicht gelangt, dass bei den Fibrillen bildenden Zellen derselben die Bedeutung einer regressiven zukommt. Wo diese glänzenden Tröpfchen in der Zelle sich zeigen, nimmt die körnige Masse constant an Volum ab, der Kern wird undeutlich und schwindet endlich gänzlich und an die Stelle der in Fibrillen auslaufenden Zelle tritt endlich ein blosses Bündel von Fibrillen, zwischen denen glänzende Körnchen eingestreut sind, deren Anzahl sich im weiteren Fortschreiten der Entwickelung jedoch constant vermindert (Vgl. Fig. 6). Hingegen muss ich bekennen, dass ich absolut darüber im Dunkeln bin, was bei den Wanderzellen diese Metamorphose für eine Bedeutung hat.

Ausser durch das Auftreten dieser feinen Körnchen in den Zellen ist die Entwickelungsperiode vom 10. Tage ab noch wesentlich dadurch charakterisirt, dass die flüssige, seröse, mucinhaltige Zwischensubstanz, die vom vierten Tage ab bis zum 10. sich constant vermehrte, am 10. Tage eben ihr grösstes relatives Volum erreicht hat und nun wieder abzunehmen beginnt. Die in Fibrillen sich umwandelnden Zellen, die bis zum 10. Tage meist durch weite mit dieser Flüssigkeit gefüllte Zwischenräume getrennt waren und nur durch ihre feinsten Ausläufer verschmelzend oder nur verklebend (dieser Punkt blieb oben leider unentschieden) mit einander zusam-

menhingen, rücken jetzt näher zusammen bis zur unmittelbaren Berührung. Vom 17. Tage ab sind nur noch geringe Zwischenräume zwischen den einzelnen Fibrillen bildenden Zellen nachzuweisen. Die Arachnoides, die während der zweiten Periode durch ihre herrliche Transparenz und die reichliche Flüssigkeit zwischen den einzelnen Zellen ein Object für das Studium der Fibrillenentwickelung dargeboten hatte, dem ich kein zweites an die Seite zu stellen wüsste, wird jetzt undurchsichtig, die Beziehungen der einzelnen Zellen zu den Fibrillen werden undeutlich und der um diese Zeit sich noch bedeutend vermehrende Reichthum an Blutgefässen hindert jede weitere Untersuchung.

Ehe ich die Arachnoides, an der ich wesentlich meine Erfahrungen über die Entwickelung der Bindegewebsfibrillen gesammelt habe, verlasse, will ich noch in kurzer Uebersicht die von mir beachteten Vorgänge zusammenstellen. Noch einmal bemerke ich ausdrücklich, dass ich die künstliche und willkürliche Abgränzung in zeitliche Stadien, wie ich sie hier gebe, nur als einen traurigen Nothbehelf ansehen kann, den ich aber durch Nichts besseres zu ersetzen weiss.

I. Stadium. Bis zum fünften Tage.

Die Arachnoides stellt eine einfache continuirliche von sparsamen Gefässen durchzogene Zellenlage dar. Die einzelnen noch bis zur Verschmelzung genäherten Zellen beginnen sich an zwei entgegengesetzten Polen in kurze Fibrillen zu spalten.

II. Stadium. Vom fünften bis zum zehnten Tage.

Die Arachnoides wird von zahlreichen Gefässen durchzogen, von denen aus reichliche Wanderzellen in das Gewebe eindringen. Zwischen die einzelnen Embryonalzellen ergiesst sich eine seröse, mucinhaltige Flüssigkeit, die die Zellen auseinanderdrängt, so dass sie nur noch durch ihre Fibrillen, die mit einander verschmelzen oder verkleben, aneinanderhaften. Die Fibrillen erreichen in diesem Stadium schnell eine höchst ansehnliche Länge.

III. Stadium. Vom 10. Tage ab.

Die Capillaren sowohl wie die Fibrillen nehmen an Masse zu, während die zwischen die Fibrillen bildenden Zellen ergossene seröse, mucinhaltige Flüssigkeit in demselben Maasse abnimmt. Das Gewebe wird mithin compacter. Gleichzeitig mit dieser Veränderung findet eine Metamorphose der zelligen Elemente statt, indem sowohl im Innern der Wanderzellen wie der Fibrillen bildenden Zellen glän-

zende feine Körnchen auftreten, die denselben das Aussehen von Körnchenzellen geben. Bei den fibrillenbildenden Zellen hat diese Metamorphose die Bedeutung einer regressiven, indem nach derselben nur die Büschel der Fibrillen und zwischen denselben eine geringe Menge körniger Masse übrig bleiben.

II. Das subcutane Bindegewebe der Schädelhaut.

Nachdem ich so ausführlich die Entwickelung der Bindegewebsfibrillen an der Arachnoides geschildert, kann ich mich bei den nun folgenden Localitäten um so kürzer fassen. Ich werde Wiederholungen vermeiden und mich nur darauf beschränken, etwaige Abweichungen und Besonderheiten von dem an der Arachnoides festgestellten Typus zu signalisiren.

Die Entwickelung des subcutanen Gewebes der Schädelhaut ist in den Abbildungen Fig. 7 bis 11 niedergelegt. Sie erfolgt im Allgemeinen etwas später, wie die der Arachnoides, indem hier die einzelnen Stadien durchschnittlich etwa ein bis zwei Tage hinter denen der letzteren zurückbleiben. Im Uebrigen aber erfolgen dieselben in derselben Reihenfolge und denselben relativen Zeitabständen.

In dem zweiten Stadium, dessen Beginn etwa vom 6. Tage zu datiren ist, erreicht die zwischen die Zellen ergossene flüssige Zwischensubstanz bei weitem nicht die Massenhaftigkeit, mit der dieselbe zwischen den fibrillenbildenden Zellen der Arachnoides auftritt. Die Zellen bleiben daher in dem subcutanen Bindegewebe stets mehr genähert. Hiermit hängt auch wohl zusammen, dass hier die Fibrillen sich niemals zu der beträchtlichen Länge ausziehen wie in der Arachnoides. Die Fibrillen bleiben meist kürzer und sind auch nicht so sehr auf die zwei entgegengesetzten Pole der Zellen beschränkt, wie es in der Arachnoides der Fall ist. Die fibrillenbildenden Zellen zeigen daher im subcutanen Gewebe ein viel compacteres Aussehen, wozu auch wohl das sehr reichliche Vorhandensein der interfibrillären körnigen Substanz mit beitragen mag. Ebenso wie die seröse Intercellularflüssigkeit ist auch die Vascularisation dieses Gewebes spärlicher und die Menge der Wanderzellen geringer.

Die Körnchenbildung beginnt gewöhnlich erst am 11. Tage und verläuft, wie in der Arachnoides.

III. Das subcutane Gewebe der Extremitäten.

Bedeutend träger, wie an dem subcutanen Gewebe der Schädelhaut, vollziehen sich die gleichen Vorgänge an dem Bindegewebe der langsam wachsenden Extremitäten. Ich verzichte auf eine Detailbeschreibung dieser Entwickelungsreihe und theile aus der Serie meiner Abbildungen nur eine einzige mit (Fig. 12), welche beweist, dass am 13. Tage der Bebrütung die Zellen des subcutanen Gewebes der Extremitäten an einzelnen Stellen wenigstens noch auf einem Standpunkte verharren, der in der Arachnoides schon am fünften Tage der Bebrütung und im subcutanen Gewebe des Schädels am 7. Tage bereits zu den überwundenen gehört.

IV. Die Muskelsehnen der unteren Extremitäten.

Mehr wie die Entwickelung des subcutanen Bindegewebes bietet die der Muskelsehnen Abweichungen von den Vorgängen, wie ich sie als typisch an der Arachnoides geschildert habe, dar. Dieselben beziehen sich jedoch nicht so sehr auf das Verhältniss der Zellen zu den Fibrillen, welches hier wie dort durchaus identisch ist, sondern sie sind in anderen Verhältnissen, unter denen wohl wesentlich die Gefässlosigkeit der Sehnen obenansteht, begründet.

Mit der mangelnden Ausbildung des Capillargefässnetzes hängt der Mangel einer flüssigen Intercellularsubstanz, welche die Zellen wie an der Arachnoides auseinanderdrängen könnte, auf das engste zusammen. Stets, während des ganzen Verlaufs der Entwickelung der Sehne, liegen die fibrillenbildenden Embryonalzellen hart nebeneinander und bleiben bis zur Verschmelzung genähert.

Es ist klar, dass unter diesen Verhältnissen an der Sehne mehr wie irgendwo anders es seine Schwierigkeiten haben wird, über das Verhältniss der Fibrillen zu den Embryonalzellen in's Klare zu kommen. In der That gewähren die in toto unter das Mikroskop gebrachten Sehnen meist Bilder, wie ich Fig. 13 und 14 und Baur in den Figg. 2 und 3 seiner „Entwickelung der Bindesubstanz“ wiedergegeben haben, wo ovale Kerne in einen regelmässigen Strang feinfibrillären, lockigen Bindegewebes eingebettet erscheinen. Um die Kerne ist nur sehr selten eine Andeutung des Protoplasma in Gestalt einer körnigen Anhäufung nachzuweisen: in der Mehrzahl der Fälle erscheinen sie einfach nackt, und man

fängt in der That an, zu zweifeln, ob in der Sehne auch wirklich jene genetischen Beziehungen der Zellen zu den Fibrillen, die sich in der Arachnoides in so vollendeter Klarheit nachweisen lassen, auch in derselben Weise vorliegen. Jedenfalls ist es, wenn man dieses Object gesehen hat, sehr erklärlich, wie Baur zu seinen Ansichten über die Fibrillenbildung hat gelangen können.

Doch gelingt es auch hier, wenn auch mühsamer, die Ueberzeugung zu gewinnen, dass in Bezug auf die Entstehung der Fibrillen aus den Embryonalzellen hier ganz dieselben Verhältnisse vorliegen wie in der Arachnoides und im subcutanen Gewebe. Ich empfehle zu diesem Zweck, unter den Sehnen der unteren Extremität eine passende Auswahl zu treffen. Wenn auch in der Mehrzahl, so sind doch nicht sämmtliche Sehnen drehrund, sondern es kommen auch einige deutlich abgeplattete vor. Bringt man diese unter das Mikroskop und untersucht sie mit stärkerer Vergrösserung, so gewähren dieselben das Bild, welches ich in Fig. 15 wiedergegeben habe. Der Axe der Sehne parallel sieht man die Zellen an ihren zwei Enden sich ausfasern und durch die Fibrillen mit den anstossenden Zellen zusammenhängen.

Nach meinen Untersuchungen über die Entwickelung der Sehne kann ich mich etwas zuversichtlicher über die Frage aussprechen, die ich in der Darstellung der Entwickelung der Arachnoides unentschieden lassen musste, ob nämlich eine Verschmelzung der von verschiedenen Zellen gebildeten Fibrillenabschnitte zu einer einzigen Fibrille eintritt oder nicht. Zerzupft man eine Sehne aus einem etwas weiter vorgeschriebenen Entwickelungsstadium parallel der Längsaxe, so erhält man nicht selten Fibrillenbündel, wie die beiden Fig. 16 dargestellten, wo die continuirlich verlaufenden parallel geschwungenen Fasern von einer Reihe von Zellen bedeckt werden, ohne dass sich in dieser Strecke eine einzige freie Endigung einer Fibrille nachweisen liesse. Ich vermag mir dieses Factum nur schwer anders zu erklären, als durch die Annahme, dass in der That eine Verschmelzung der von diesen einzelnen Zellen gebildeten Fibrillenabschnitte zu continuirlichen Fibrillen stattgefunden hat.

An den Fig. 16 abgebildeten Fibrillenbündeln ist jedoch noch etwas anderes bemerkenswerth. Man sieht, wie das Verhältniss dieser Zellen zu dem Fibrillenbündel insofern ein ganz identisches ist, als diese mit dem Fibrillenbündel noch im genetischen Zusammenhange stehenden Zellen ein ganz gleiches Lagerungsverhältniss

in Bezug auf den Bindegewebsbündel zeigen, indem sie demselben einseitig aufliegen.

Man muss, wie ich glaube, daher annehmen, dass von Seiten der Zellen der Sehne die Bildung der Fibrillen wesentlich nach einer Seite und nach einer Richtung hin erfolgt ist. In dem von mir gezeichneten Stadium besteht noch eine vollständige Continuität zwischen dem Fibrillenbündel und den aufliegenden Zellen: es gelingt nicht durch irgendwelche mechanische oder chemische Behandlungsmethode die Zellen von dem Fibrillenbündel abzulösen. Ein Versuch, die Zellen zu isoliren, wird jedesmal auch das ganze Fibrillenbündel zerstören. Wenige Tage später, gewöhnlich nicht vor dem Anfange des 18. Tages (mitunter auch schon mit dem 16. Tage) gelingt es jedoch, die Zellen von der Oberfläche der Fibrillenbündel, mit denen die Zellsubstanz nun nicht mehr in genetischem Zusammenhange steht, abzuheben: es stellen dieselben jetzt flache unregelmässig rechteckige und rhomboidische Zellen dar, die der Oberfläche der Fibrillenbündel aufliegen. Gegen das Ende der Bebrütung stellt sich endlich völlig der Zustand und das Bild her, welches ich im Anfange des ersten Capitels dieser Untersuchungen vom Centrum tendineum der Säugethierembryonen beschrieben und der Darstellung des Baues der Sehne zu Grunde gelegt habe. Ueber die Art und Weise, wie sich dieser Process der Loslösung der Zelle von dem Fibrillenbündel vollzieht, wie diese genetische Verbindung zwischen Zellen und Fibrillenbündel gegen das Ende der Bebrütung erlischt, habe ich Bestimmtes leider nicht in Erfahrung bringen können.

Ebenso wie in den bisher beschriebenen Localitäten findet auch in der Sehne gleichzeitig mit der Formirung der Bindegewebsfibrillen eine Bildung interfibrillärer körniger Massen statt. Die aus der Arachnoides und dem subcutanen Bindegewebe her beschriebenen körnchenzellenartige Degeneration der Embryonalzellen des Bindegewebes habe ich in der Sehne nicht beobachten können.

Ich stehe hier am Schlusse der Darstellung meiner Untersuchungsresultate über die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes. Mit Fleiss habe ich mich bei derselben auf die einfache Wiedergabe des Thatsächlichen beschränkt und mich dessen enthalten, aus der Literatur oder aus anderen Erfahrungsgebieten That-

sachen und Erscheinungen heranzuziehen, die geeignet wären, das von mir Beobachtete in ein helleres Licht und zu einem klareren Verständniss zu bringen. Solche mit der Darstellung des Beobachteten verbundene Reflexionen haben fast immer den Nachtheil, dass man nicht weiss, wo die Beobachtung aufhört und die Reflexion beginnt. Ich habe es daher vorgezogen, zum Schluss noch einmal in gedrängter Uebersicht die thatsächlichen Resultate meiner Untersuchungen zusammenzufassen und hier erst die sich darbietenden kritischen und vergleichend histiologischen Betrachtungen anzuschliessen.

1. Die erste Anlage des Bindegewebes bilden wandungslose Embryonalzellen, die bis zur Verschmelzung einander genähert sind.

Schwann hat dieses Stadium nicht gekannt, Baur bildete es in seiner Fig. 2 von der Sehne sehr gut ab, es gelingt ihm aber glücklich, dasselbe hinweg zu theoretisiren. Max Schultze ist der erste, der es beschreibt. Auch Obersteiner kennt es und Rollet erwähnt desselben beiläufig. Kusnetzoff hat es nicht gesehen. Es erklären sich diese Differenzen sehr einfach daraus, dass, wie ich oben gezeigt habe, an einzelnen Stellen, wie im subcutanen Bindegewebe und in der Arachnoides verhaltnissmässig ausserordentlich früh eine mucinhaltige Intercellularflüssigkeit zwischen den Embryonalzellen auftritt, die an anderen Stellen wieder, z. B. in der Sehne niemals erscheint. So erklärt es sich, dass Schwann und Kusnetzoff, welche ihre Erfahrungen am subcutanen Bindegewebe sammelten, dieses dort sehr bald schwindende Entwickelungsstadium leicht entgehen konnte, während Baur und Obersteiner, deren Untersuchungsobject wesentlich die Sehne war, dasselbe mit Leichtigkeit nachweisen konnten. Rollet ist der erste, der dieses Stadium auch in serösen Häuten gesehen hat; auch macht derselbe bereits auf den Unterschied aufmerksam, den in Bezug hierauf die Sehnen und die serösen Häute zeigen.

2) Die Fibrillen bilden sich entsprechend der oben vorgetragenen Lehre Max Schultze's durch die formative Thätigkeit des Protoplasma der Embryonalzellen und gewöhnlich zuerst an den zwei entgegengesetzten Polen der sich hierbei etwas in die Länge ziehenden Zellen im Protoplasma und aus demselben. Der Beginn dieser Umwandlung erfolgt bereits so frühzeitig, dass es nicht gelingt, ein Stadium zu beobachten, in dem nicht bereits eine grössere oder geringere Anzahl der zum Aufbau des bindege-

webigen Organs bestimmten Embryonalzellen die beginnende Zerklüftung in Fibrillen zeigt.

3) Jede Embryonalzelle wächst stets zu einem Büschel von Fibrillen, niemals nur zu einer einzigen Bindegewebsfibrille aus.

Schwann ist der Urheber dieser Ansicht und auch die Abbildungen Baur's reden derselben das Wort. Ich vermuthe, dass Obersteiner und Kusnetzoff, mit denen ich dem Obigen zufolge hier in Widerspruch stehe, ihre Ansicht nach Untersuchung frischer Gewebe ändern werden. Die Müller'sche Flüssigkeit aber, deren sich beide Forscher wesentlich bei ihren Untersuchungen bedienten, wirkt sehr entstellend auf die zarten Verhältnisse, indem sie die feinen, neugebildeten Bindegewebsfibrillen mit den dazwischen gelegenen interfibrillären Körnchen amorpher Substanz zu einer einzigen Masse verschmilzt. Der beste Beweis, dass diese künstlich aus mehreren Primitivfibrillen und interfibrillärer Substanz verschmolzenen derben Fasern Kusnetzoff und Obersteiner als wirkliche Bindegewebsprimitivfibrillen imponirten, ergiebt sich aus den von diesen Forschern gegebenen Abbildungen. Die von den Zellen ausgehenden einfachen Fortsätze sind stets derb und deutlich doppelt contourirt, während mir auch bei den stärksten Vergrösserungen, die ich anwandte, dieselben doch stets nur einfach contourirt erschienen.

4) Es ist sehr wahrscheinlich, dass an einzelnen Organen z. B. in der Arachnoides ein grosser Theil der bindegewebigen Embryonalzellen den Gefässen entstammt. Andrerseits ist es durchaus sicher, dass gleichzeitig mit dem ersten Auftreten der Gefässe schon bindegewebige Embryonalzellen in nicht unbeträchtlicher Anzahl vorhanden sind, und dass in manchen Organen, wie z. B. in den Sehnen die Herkunft der Embryonalzellen aus den Gefässen so gut wie ausgeschlossen ist, da dieselben die längste Zeit des Embryonallebens gefässlos bleiben.

5) In den gefässreichen bindegewebigen Organen erfolgt zu einer gewissen Periode der Entwickelung stets ein mehr oder minder reichlicher Erguss einer serösen mucinhaltigen Flüssigkeit zwischen die Embryonalzellen, welche dieselben auseinanderdrängt und den Anschein einer homogenen Intercellularsubstanz vorspiegeln kann.

Dass diese Substanz flüssig ist und die Consistenz einer schleimigen Flüssigkeit besitzt, ist oben nachgewiesen worden. Für die

Richtigkeit der von mir gegebenen Darstellung spricht u. a. auch der Umstand, dass dieselbe nur in den gefässreichen Organen vorhanden ist, den gefässlosen aber fehlt.

Schwann ist der Entdecker dieser zwischen den Embryonalzellen des Bindegewebes befindlichen Substanz. Er beschreibt sie als eine „durchsichtige structurlose Ursubstanz von gallertartiger Beschaffenheit“ und nennt sie Cytoblastem, eine Bezeichnung, die in der Bindegewebsfrage eine grosse Rolle gespielt hat. Der Versuch Schwann's, dieselbe durch Jod an den Rändern des Präparates deutlich abgegränzt sichtbar zu machen, ist mir niemals weder an in destillirtem Wasser noch in Amniosflüssigkeit untersuchten Objecten gelungen. Ich erhielt stets eine diffuse, im ersteren Falle mehr auf das Präparat selbst beschränkte, im zweiten Falle ausgedehntere Färbung. Ich kann demnach dem Cytoblastem nur die Rolle einer Intercellularflüssigkeit, nicht aber die einer Intercellularsubstanz im histiologischen Sinne vindiciren. Es gereicht mir zur hohen Genugthuung, dass ich für diese Ansicht die gewichtige Autorität Brücke's citiren kann, der sich in der Arbeit seines Schülers Kusnetzoff in ganz gleicher Weise ausspricht. Auch er ist der Ansicht, dass das Cytoblastem „im Leben vollkommen flüssig ist und erst nach dem Tode, sei es durch freiwillige Gerinnung[1]), sei es durch die Behandlung mit chromsaurem Kali und mit Weingeist den Grad von Consistenz erreicht hat, den sie auf unseren Durchschnitten zu besitzen scheint.“

In der That besitzt das Cytoblastem der serösen Membranen von Embryonen, die in Müller'sche Flüssigkeit oder Alcohol aufbewahrt wurden, einen gewissen geringen Grad von Consistenz und Körperlichkeit, welcher jedenfalls auf einer Ausfällung der Eiweisskörper und des Mucins beruht.

1) Diese Ansicht wird wohl aufzugeben sein, seitdem ich nachgewiesen habe (Ein Beitrag zur Kenntniss der Blutgerinnung. Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1870. S. 718), dass dem Blute und den serösen Flüssigkeiten des Embryo die Fähigkeit der spontanen Gerinnung mangelt. Sehr wahrscheinlich ist es mir dagegen, dass die von Kühne (Das Protoplasma und die Contractilität S. 110 u. s. w. Physiologische Chemie S. 359) und Flemming (Dieses Archiv VII. S. 42) dem intermuskulären Bindegewebe des Frosches zugeschriebene glasartige und homogene Intercellularsubstanz z. Th. wenigstens ein Gerinnungsproduct ist. Auch sehr feine echte elastische Membranen mögen in diesem Gewebe vorkommen.

Auf diese Wirkung der Müller'schen Flüssigkeit glaube ich auch die Angaben von Rollet zurückführen zu müssen. Seine Fig. 4. S. 63 giebt die Embryonalzellen des Bindegewebes wieder in der Weise, wie sie durch die conservirenden Flüssigkeiten zu bipolaren Spindelzellen umgestaltet werden, ganz wie sie auch Kusnetzoff und Obersteiner abgebildet haben. Rollet ist nicht in den Irrthum dieser beiden Forscher verfallen, diese derben stets doppeltcontourirten Zellfortsätze mit den feinen Bindegewebsfibrillen zu identificiren. Dagegen kann ich den Verdacht nicht unterdrücken, dass die kurzen, geraden, feinen und unregelmässig in der sonst homogenen Zwischensubstanz vertheilten Striche, die Rollet für die jüngsten Stadien der Bindegewebsfibrillen in Anspruch nimmt, nichts anderes darstellen, wie Falten und Risse in der künstlich erhärteten Grundsubstanz. Ich wiederhole, dass man an frischen Präparaten, wo die Intercellularsubstanz deutlich flüssig ist, niemals etwas Derartiges sieht, während an in Kali bichromicum conservirten bindegewebigen embryonalen Membranen derartige künstliche Bildungen durchaus nichts Seltenes sind. Die Fig. 5. S. 65 dargestellten lockig geschwungenen Fibrillen in der homogenen Grundsubstanz sind allerdings sicher Bindegewebsfibrillen. Es ist aber zu bemerken, dass das Präparat von einem 5monatlichen menschlichen Embryo herstammt, also aus einer Zeit herrührt, wo, wenn es erlaubt ist, meine an Säugethieren gesammelten Erfahrungen auf den Menschen zu übertragen, der Process der Fibrillenbildung aus Zellen bereits im Wesentlichen als abgelaufen und so gut wie völlig beendet anzusehen ist [1]).

6) Ueber den Modus der Fibrillenbildung aus dem Protoplasma lassen sich bestimmte Angaben nicht machen. Doch ist es aus mancherlei Gründen wahrscheinlich, dass an der Bildung einer einzigen Bindegewebsfibrille oft mehrere Zellen participiren, indem eine jede je einen Fibrillenabschnitt liefert und die einzelnen Abschnitte dann später zu einer einzigen Fibrille verschmelzen.

7) Gleichzeitig mit der Umwandlung des Protoplasma der Embryonalzellen in die Fibrillen bleiben stets einige Körner des Pro-

---

1) Aus der gleichen Ursache erklären sich auch die Widersprüche, die zwischen meiner Schilderung der Zellen der embryonalen Sehne und der von Kölliker (Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Bindegewebes. Würzburg 1861) bestehen. Die Darstellung Kölliker's bezieht sich meist auf schon sehr weit entwickelte menschliche Embryonen.

toplasma zwischen den neugebildeten Fibrillen zurück, wo sie eine interfibrilläre feinkörnige Substanz darstellen.

Dieselbe scheint während des ganzen Lebens zu persistiren. Obwohl sie nach meiner Erfahrung keinem Bindegewebe ganz fehlt, ist sie doch in den meisten Fällen ein ganz verschwindender Bestandtheil. In den ersten drei Capiteln dieser Untersuchungen habe ich dieselbe gänzlich ignoriren zu können geglaubt, da sie gerade in den drei betrachteten Geweben, der Sehne, des Achillesknorpels des Frosches und der Bindegewebsbündel des Cavum subarachnoidale (am meisten noch in den letzteren) nur in ganz verschwindender Menge vorhanden ist. Am bedeutendsten finde ich die Menge derselben noch in serösen Membranen.

Die Existenz dieser körnigen interfibrillären Substanz ist besonders von Henle[1]) und Fr. Arnold[2]) hervorgehoben worden. Das Beste, was in der Literatur über dieselbe existirt, ist ein, wie es scheint wenig beachteter Excurs von Bruch[3]), der dieselbe auch sehr vorzüglich abbildet und als structurlose Bindesubstanz beschreibt. Auch in der bekannten classischen Abhandlung von His[4]) finden sich die Verhältnisse dieser Substanz sehr klar auseinandergesetzt. Neuerdings hat Schweigger-Seidel[5]) auf die Existenz dieser interfibrillären Kittsubstanz, welche er als »amorphe Eiweisssubstanz« bezeichnet, eine neue Lehre über den Bau der Hornhaut zu begründen versucht[6]).

8) Die neugebildeten Bindegewebsfibrillen zeigen gewöhnlich schon sehr früh den geschlängelten und lockigen Verlauf, der denselben beim Erwachsenen eigenthümlich ist. Doch finden sich nicht

1) Allg. Anatomie S. 349. — Henle-Meissner Jahresbericht für 1858. S. 45.

2) Handbuch der Anatomie des Menschen 1845. I. 199. Taf. II, 1.

3) Ueber Carcinoma alveolare und den alveolären Gewebstypus. Ztschr. f. rat. Medicin. Erste Reihe, Bd. VII. S. 375—379. 1849. Enthält eine ausserordentlich beachtenswerthe Schilderung des Baues der serösen Häute. Die betreffende Abbildung findet sich erst im VIII. Bande derselben Zeitschrift. Taf. II. Figur 1.

4) Die Häute und Höhlen des Körpers, Basel 1865. S. 20.

5) Ueber die Grundsubstanz und die Zellen der Hornhaut des Auges. Leipziger physiol. Arbeiten 1870.

6) Meine Untersuchungen über die Entwickelung der Cornea des bebrüteten Hühnchens haben ergeben, dass in diesem Gewebe allerdings eine unverhältnissmässig grosse Menge interfibrillärer körniger Substanz sich bildet.

unwesentliche chemische Unterschiede von den Bindegewebsfibrillen des Erwachsenen. (Geringerer Grad der Löslichkeit in Essigsäure und in kochendem Wasser.)

9) Zu einer bestimmten Zeit der Bindegewebsentwickelung nimmt ein grosser Theil der im Gewebe befindlichen Zellen, sowohl Wanderzellen, wie Zellen, die Fibrillen bilden, durch Einlagerung feiner glänzender Körnchen ein eigenthümliches Aussehen an, welches völlig an die Körnchenzellen erinnert. Bei den die Fibrillen bildenden Zellen ist diese Ablagerung von Körnchen die Einleitung zum zu Grunde gehen, zum Tode der Zelle. An Stelle der Zelle bleibt allein das von ihr gebildete Fibrillenbündel zurück, aus dem auch die glänzenden Körnchen sich grösstentheils bald verlieren. Was das weitere Schicksal der diese feinen Körnchen enthaltenden Wanderzellen war, war nicht zu ermitteln.

Es hat diese Beobachtung, dass Embryonalzellen ihr ganzes Protoplasma in Fibrillen, resp. interfibrilläre Substanz umwandeln, ohne dass ein mit vitalen Eigenschaften begabter Zellenrest als Bindegewebskörperchen übrig bleibt, eine hohe principielle Bedeutung. Die Frage, ob bei der Bildung der Intercellularsubstanzen aus den Embryonalzellen, einige Zellen mit ihrer ganzen Masse, ohne einen Rest zu hinterlassen, in die Grundsubstanz übergehen, ist für den Knochen bereits von Waldeyer und Gegenbaur beiderseits mit grossem Scharfsinn erörtert worden. Waldeyer [1]) nimmt an, dass in der That eine grosse Anzahl von Osteoblasten ganz und gar in der Bildung der Knochensubstanz aufgehen und dass mithin im fertigen Knochen beträchtlich weniger Knochenkörperchen vorhanden sind, als im embryonalen Knochen Osteoblasten vorhanden waren. Gegenbaur [2]) ist hingegen der Ansicht, das kein Osteoblast ganz untergeht, sondern das jeder Osteoblastenrest als Knochenkörperchen persistirt. Dieselbe Differenz besteht in Bezug auf das Verhältniss der Odontoblasten zur Grundsubstanz des Dentin's zwischen Waldeyer [3]) einerseits und Kollmann [4]) und Wenzel [5])

1) Ueber den Ossificationsprocess. Dieses Archiv I. S. 354. 1865.

2) Ueber die Bildung des Knochengewebes. Zweite Mittheilung. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturw. Bd. III S. 217—226.

3) Untersuchungen über die Entwickelung der Zähne. Zweite Abth. Zeitschr. f. rat. Medicin. Dritte Reihe XXIV. S. 169.

4) Entwickelung der Milch- und Ersatz-Zähne beim Menschen. Ztschr. f. wiss. Zool. XX. S. 145. 1869.

5) Untersuchung. ü. d. Entwickelung d. Zahnsubstanzen. Leipzig 1871.

andererseits. Der von mir geführte Nachweis des Untergangs und des gänzlichen Aufgehens eines Theiles der zelligen Elemente in die fibrilläre Substanz des Bindegewebes würde der Ansicht Waldeyer's zur Stütze dienen. Es ist nur dabei zu berücksichtigen, dass bei den Embryonalzellen des Bindegewebes das Aufgehen in die fibrilläre Intercellularsubstanz deutlich eingeleitet wird durch eine degenerative Veränderung des Protoplasma. Eine solche habe ich mich bei erneuten Untersuchungen der Knochen- und Zahn-Entwickelung an den Osteoblasten und Odontoblasten nachzuweisen vergebens bemüht.

Ich schliesse hiermit die Aufzählung der von mir über die Entwickelung des fibrillären Bindegewebes ermittelten Thatsachen. Zum Schlusse mag es mir noch vergönnt sein, noch einen Punkt zu erwähnen, welcher wie ich gestehen muss, durch meine Untersuchungen nicht in dem Maasse aufgeklärt worden ist, wie ich anfangs gehofft hatte. Derselbe betrifft die Frage, welche Embryonalzellen des Bindegewebes später noch als Bindegewebskörperchen persistiren, ob dieselben stets Zellen sind, die früher Fibrillen gebildet haben und deren Reste nun noch als Bindegewebskörperchen oder richtiger als Zellplatten persistiren, oder ob alle Fibrillen bildenden Zellen in die fibrilläre Substanz aufgehen und die Bindegewebskörperchen Zellen sui generis darstellen. In der Sehne, wo die Körnchenzellenbildung fehlt, bin ich der Ueberzeugung, dass stets und ausschliesslich das erste Extrem stattfindet. Auch sprechen die Beobachtungen vom 16. Tage an bis zum Ende der Bebrütung zu deutlich dafür, dass es dieselben Zellindividuen sind, die erst Fibrillen gebildet haben und noch in genetischem Zusammenhang mit dem Fibrillenbündel stehen, bald aber denselben lösen und frei als platte rechteckige Zellen, die Bindegewebsbündel theilweise umscheiden. Für das Gewebe der Arachnoides und das subcutane Gewebe muss ich diese Frage jedoch noch ausdrücklich als eine offene bezeichnen.

Berlin, 12. Juli 1871.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. II.

Die römischen Zahlen zeigen die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare an.

Fig. 1. Aus der Arachnoides eines 4 Tage bebrüteten Hühnchens a. IX, 2, Ein zusammenhängendes Stückchen des Membran b. IX, 2. Zwei an den Rändern des Präparates isolirte Zellen c. IX, à l'immersion, 2. Eine isolirte Zelle.

Fig. 2. IX, 2. Drei nebeneinander liegende Zellen aus der Arachnoides eines 5 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 3. IX, 2. Ein Stück Arachnoides einer 7 Tage bebrüteten Möve.

Fig. 4. X, à l'immersion, 2. Aus der Arachnoides eines 8 Tage bebrüteten Hühnchens. a. Eine einzige Zelle. Zwischen den Fibrillen kleine Mengen interfibrillärer Körnchen, die bereits von der den Kern umgebenden Protoplasma-Masse getrennt sind, b. zwei mit einander verbundene Zellen. Die Fibrillen beider scheinen sich continuirlich in einander fortzusetzen. Zwischen den Fibrillen gleichfalls interfibrilläre Körnchen.

Fig. 5. IX, 2. Verschiedene isolirte Zellen aus der Arachnoides einer 9 Tage bebrüteten Möve.

Fig. 6. IX, 2. Ein Stück Arachnoides eines 10 Tage bebrüteten Hühnchens. Ein grosser Theil der Wanderzellen sowie der in Fibrillen sich umwandelnden Embryonalzellen ist von körniger Degeneration ergriffen.

Fig. 7. IX, 2. a. Ein Stück subcutanen Gewebes der Schädelhaut eines 5 Tage bebrüteten Hühnchen, b. zwei isolirte Zellen desselben Präparates.

Fig. 8. IX à l'immersion, 2. Isolirte Zellen aus dem subcutanen Gewebe der Schädelhaut eines 8 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 9. IX, 2. Isolirte Zellengruppen aus dem subcutanen Bindegewebe der Schädelhaut eines 10 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 10. IX, 2. Ein Stück des subcutanen Gewebes der Schädelhaut eines 11 Tage bebrüteten Hühnchens. Beginnende körnige Degeneration sowohl der wandernden, wie der Fibrillen bildenden Zellen.

Fig. 11. IX, 2. Isolirte Zellen und Zellengruppen aus dem subcutanen Gewebe der Schädelhaut eines 11 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 12. IX, 2. Ein Stück subcutanes Bindegewebe von den untern Extremitäten eines 13 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 13. VII, 3. Eine Sehne der untern Extremität eines 10 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 14. VII, 3. Eine Sehne der untern Extremität eines 12 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 15. IX, 2. Ein Stück einer platten Sehne aus der untern Extremität eines 10 Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 16. IX, 2. Zwei isolirte Fibrillenbündel mit denselben aufliegenden Zellen aus einer Sehne eines 14 Tage bebrüteten Hühnchens.

Ueber die quergestreiften Muskeln der Milben.

Von

J. H. L. Flögel.

Hierzu Taf. III.

In diesem Frühjahr wurde ich auf ein zur Gattung Trombidium gehöriges Thier aufmerksam, weil es sehr merkwürdige Muskeln besitzt; mindestens ist mir unter den Milben, obgleich ich mich seit Jahren mit dem Studium derselben beschäftigt habe, keine Art bekannt geworden, welche eine so grosse Distanz der Querstreifen aufzuweisen hätte. Wenn die nachstehende kurze Mittheilung über diese Muskeln auch kaum wesentlich Neues enthalten dürfte, möchte ich doch das Object denen, die sich mit der Erforschung der feineren Structurverhältnisse des Muskels beschäftigen, zur gelegentlichen Ansicht empfehlen.

Eine sichere Bestimmung der Species ist mir bisher nicht geglückt. Die Art steht Tr. holosericeum nahe, hat aber ungestielte Augen und ganz anders gebaute Haare; sie ist sammtroth mit mehr oder weniger verloschenen weissen Querbinden (die jedoch auch ganz fehlen können), und lebt, wie erstere, auf Gartenerde.

Zwischen den Muskeln dieses Thiers, sowohl denen der Beine und Mundtheile, als denen des Leibes, finden sich oft sehr zahlreich solche, deren Querstreifen eine Distanz bis zu 10μ besitzen. Daneben giebt es Abstufungen bis zu etwa 3μ Distanz. Ich beschreibe zuerst die grobgestreiften genauer.

Wenn man das ganze Thier 1—2 Stunden in einprocentiger Ueber-

miumsäure liegen lässt, es dann in Wasser abwäscht und nun in sehr verdünntem Glycerin secirt, so überzeugt man sich an solchen Muskeln, deren Färbung nicht zu dunkel geworden (sie muss im Ganzen ein blasses Schmutziggrün sein) zunächst leicht davon, dass die einzelnen Bestandtheile des Muskels sich mit sehr verschiedener Intensität färben. Die dichteren, doppelt brechenden Querscheiben sind schon merklich dunkel, wenn die einfach brechende Zwischensubstanz noch kaum etwas von ihrer Durchsichtigkeit verloren hat. Fig. 1 soll ein kleines Stück eines derartigen Muskels vorstellen. Das sehr zarte Sarcolemma (a) liegt entweder dem Inhalt fest an oder es ist etwas aufgetrieben und an bestimmten Stellen eingeschnürt; in letzterem Fall sieht man zwischen ihm und dem Inhalt kleine Körnchen, muthmasslich die Reste des ursprünglichen Zellinhalts[1]). Centrale Kernreihen oder eine axile Markmasse kommen nicht vor. Der Inhalt des Sarcolemmaschlauches theilt sich der Quere nach in eine Anzahl Fächer ab (Muskelfächer Krause's)[2]), welche durch Querwände von einander geschieden sind (b).

Die Querwände nehmen sich wie wirkliche Membranen aus, welche mit dem Sarcolemma an den schon erwähnten Einschnürungsstellen verknüpft sind. Bei Risspräparaten glaube ich zu erkennen, dass die scheinbare Membran aus Körnern zusammengesetzt ist, von denen je eins einer durchtretenden Fibrille entspricht. Doch muss dieser Punct noch näher geprüft werden.

Gehen wir nun zu dem Inhalte eines Muskelfaches über, so finden wir die Mitte erfüllt mit der doppelbrechenden Querscheibe (d), die beiden Enden mit einfach brechender Zwischensubstanz (z). Die Querscheiben bestehen aus einzelnen Säulen, — den Fibrillenstücken —, welche in ein mit Ueberosmiumsäure sich weniger färbendes Medium eingebettet sind. Von einer weiteren Anordnung der Fibrillen zunächst in Cohnheim'schen Feldern ist bei diesen kleinen Muskeln nichts zu sehen. In vielen Fällen theilt sich die Querscheibe in der Mitte ab, indem eine weniger gefärbte Substanz scheibenartig diese Mitte einnimmt (m). Diese Mittelpartie muss Hensen's Mittelscheibe sein, wenn ich die bezügliche Abhandlung[3]) richtig verstanden habe; sie ist auch in ungefärbten Muskeln zu erkennen, aber nur in den

---

1) Stricker Handbuch S. 150.

2) Zeitschr. f. rat. Med. 1868. S. 268.

3) Arbeiten aus dem Kieler physiol. Institut. 1868 S. 4.

sehr entfernt gestreiften. Die beiden Endzonen des Faches enthalten sehr regelmässig, beinahe in der Mitte, oft aber auch näher an der Querwand eine Lage sehr kleiner Körner. In den günstigsten Fällen erkennt man, dass jedes Korn in der Verlängerungslinie der die Querscheibe durchsetzenden Säule liegt, also zugleich Theil einer Fibrille ist. Die Gesammtheit der Körner bildet eine regelmässige, die ganze Dicke des Muskels durchsetzende Scheibe; ich will dieselbe daher Körnerschicht nennen (c). Diese Körner haben nichts mit Köllikers interstitiellen Körnern gemein[1]); derartige Körner kommen an diesen Muskeln nicht vor. Die einzelnen Körnchen sind meistens isodiametrisch (Fig. 1); sie können aber auch in der Längsrichtung des Muskels die doppelte Ausdehnung gegen die Querrichtung erlangen; doch habe ich in keinem Falle eine noch weiter gehende Verlängerung beobachtet. Dass jedes Korn zugleich ein Stück einer Fibrille ist, habe ich weiterhin auch in Zerfaserungsproducten bestätigt gefunden.

So der Befund an den möglichst weit gestreiften Muskeln dieses Trombidium. Die schon erwähnten Uebergänge zur engeren Streifung zeigen nun folgendes Verhalten: Zuerst verschwindet die schwächer gefärbte Mittelscheibe im Innern der doppeltbrechenden Querscheiben (Fig. 2); letztere bestehen also aus continuirlichen Säulen. Zugleich rücken dann die Körnerschichten näher an die Querwände, aber man kann sie noch als gesonderte Elemente nachweisen. In anderen Fällen geräth die Körnerschicht so nahe an die Wand, dass man sie nicht mehr von derselben unterscheiden kann. Endlich werden gleichzeitig die Endzonen, welche aus Zwischensubstanz bestehen, immer schmäler, und man kann dann wohl sagen, dass sich das Bild im Ganzen kaum noch von dem unterscheidet, was Heppner von Hydrophilus piceus zeichnet[2]).

Präparate, welche nicht in Alkohol erhärtet sind, zeigen diese beschriebenen Zustände meistens nur in den ersten Tagen gut (wenn aber die Osmiumfärbung bedeutend dunkler ist, so bleiben sie viel länger erhalten). Nach mehreren Wochen treten Querscheiben und Körnerschichten sehr zurück; dagegen werden die Querwände auffallend deutlich[3]); der Muskel sieht jetzt gewissen Algenfäden ähn-

---

1) Handbuch der Gewebelehre 1867 S. 88, 152 ff.

2) Dieses Archiv Bd. V. Taf. 9.

3) Wird ebenso von Krause als Wirkung verdünnter Essigsäure angegeben, l. c. S. 266.

lich. Indessen auch der ganz frische Muskel in möglichst indifferenten Flüssigkeiten, wie Zucker oder Gummilösung untersucht, giebt alles Geschilderte her. Eleganter und dauerhaft kommen die Details zum Vorschein, wenn man die Thiere nach der Behandlung mit Ueberosmiumsäure in dünnen Alkohol wirft, diesen im Laufe mehrerer Wochen allmälich verstärkt, dann die Thiere in Terpentinöl bringt und erst in flüssiger Balsamlösung die Section vornimmt. Die durch die Chitindecken bewirkte äusserste Verlangsamung des Durchtritts dieser verschiedenen Stoffe ermöglicht es, dass die inneren Theile kaum eine merkliche Schrumpfung erleiden, was sich besonders da constatiren lässt, wo man, wie in den Mundtheilen, die Muskeln in situ vor sich hat. Ich besitze solche überaus zierliche Muskeln in dem Grundgliede der Mandibeln eines so behandelten Thiers; sie wiederholen genau die Fig. 1 mit etwas tieferer Färbung und bestehen nur aus 16—20 Muskelfächern.

Es erschien nothwendig, das Verhalten der beschriebenen Elementartheile im polarisirten Lichte zu prüfen. Unter besonders günstigen Verhältnissen (man braucht sehr helles Licht und 1000 mal. Vergrösserung) erhalte ich bei gekreuzten Nicols das Bild von Fig. 3. Die doppelt brechenden Querscheiben sind von dunklen Streifen der Länge nach durchzogen. Ueberall da, wo sich in unpolarisirtem Lichte eine Mittelzone schwächer brechender Substanz (Hensen'sche Mittelscheibe) nachweisen lässt, leuchten die Querscheiben an dieser Stelle weniger auf. Ausser den Querscheiben giebt es nun aber ein zweites doppeltbrechendes Element in diesem Muskel; die Krause'sche Querwand nämlich ist hell leuchtend und die Intensität ihrer Doppelbrechung ist jedenfalls ebenso gross als die der Querscheiben. Selten wahrnehmbar und immer nur sehr schwach ist die Doppelbrechung des Sarcolemma. Die Körnerschichten dagegen müssen wohl einfach brechend sein; auch bei Anwendung der empfindlichsten Gypsplatten erhielt ich keine sicheren Angaben der Farbenänderung.

Vergleicht man hiermit die Ergebnisse Brücke's am Hydrophilus-Muskel[1]), so wird man glaube ich sagen müssen, dass in Brücke's Fig. 1. A die blau punctirte Linie gleich unseren doppeltbrechenden Querwänden b ist. Allein vor der Hand bleibt dies

1) Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe des polarisirten Lichtes. Denkschr. der kais. Acad. d. Wissenschaften Bd. XV. Wien 1858, S. 69.

zweifelhaft, da bei Brücke Querwände und Körnerschichten noch nicht unterschieden sind. Sieht man sich seine Fig. 2 A hierauf näher an, so kann es wegen der grösseren Breite der feinen Querbänder recht wohl denkbar sein, dass hier Querwand und die beiden anliegenden Körnerschichten gemeint sind. Brücke deutet die verschiedenen Bilder als verschiedene Anordnung der sarcous elements; die Puncte in Fig. 1 A sind an Zahl ungefähr der der Fibrillen gleich. Ich bemerke hierzu, dass bei Trombidium die Krause'sche Querwand niemals aus Puncten zusammengesetzt erscheint (wenn man nicht wie bemerkt etwas zweideutige Rissproducte betrachtet), sondern völlig glatt. Das Ansehen einer Punctirung kann aber auftreten, wenn die Körnerschichten recht nahe an diese Querwand rücken. Warum bei den Körnern die Doppelbrechung nicht zur Anschauung zu bringen ist, bleibt einigermassen räthselhaft, so lange man diese für sarcous elements ansieht. Denn da sie an Zahl den Fibrillenstücken in den Querscheiben gleich sind, dieselbe Dicke wie die ersteren besitzen und genau über einander liegen, so müsste der optische Effect auch ganz derselbe sein.

Noch sind bezüglich der Vertheilung der Elementartheile einige Besonderheiten anzumerken. Man sieht zuweilen, dass in der nächsten Umgebung des Kerns die Querwände beinahe strahlig nach dem Kern gerichtet sind (Fig. 4). Ein anderer beachtenswerther Fall ist der in Fig. 5 abgebildete. Links stellen die Querwände deutlich cylindrische Fächer her; aber weiter nach rechts entsteht eine wendeltreppenartige Anordnung; die Linie, in welcher die Querwand das Sarcolemma berührt, bildet eine Schraubenlinie. Unter Umständen können derartige Muskeln beinahe Bilder geben, wie sie früher von Leydig[1]) beschrieben worden sind, wenn man nämlich auf die Mitte einstellt. Aber diese schraubige Anordnung der Elemente fällt oft schon nach 3—4 Umgängen in die Scheibenordnung zurück und zeigt sich überhaupt niemals an Muskeln von der in Fig. 1 dargestellten Dickendimension, sondern nur an den allerdicksten. In der Fig. 5 habe ich gerade die Uebergangsstelle abgebildet. — Bisweilen findet man an sonst sehr vollkommen conservirten Muskeln in einigen Bündeln die gleichwerthigen Elemente der benachbarten Fibrillen so sehr gegen einander verschoben, dass von einer Querstreifung gar nichts mehr auftritt.

---

1) Histologie S. 25.

Recapitulirt man die obigen Resultate, so muss man meiner Ansicht nach den Muskel unseres Trombidium — abgesehen von Sarcolemma, Kern und peripherischen Körnern — sich zusammengesetzt denken aus einer entweder flüssigen oder doch stark wasserhaltigen Grundsubstanz, welche sich beinahe gar nicht mit Ueberosmiumsäure färbt, und erfüllt ist mit dichteren Säulen, den Fibrillen. Jede Fibrille hat in bestimmten Zwischenräumen ein Korn und diese Körner verbinden sich mit denen der Nachbarn (wohl vermittelst einer festen Masse) zu einer glatt erscheinenden, den ganzen Muskel durchsetzenden Querwand, wodurch also Fächer gebildet werden. Von Wand zu Wand hat man dann in der Fibrille zu unterscheiden: 1) eine einfach und schwach brechende (aber mit Ueberosmiumsäure sich doch merklich färbende Substanz; 2) ein Korn (c), im Verein mit den Nachbarn die Körnerschicht herstellend, in Osmiumsäure sich dunkel färbend; 3) wie 1; 4) die doppelt und stark brechende Substanz (d), sich stark färbend, bisweilen aber im Mittelraum weniger intensiv; 5) wie 3, 6) wie 2; 7) wie 1; worauf man 8) wieder zu der sich stark färbenden Querwand gelangt.

Brücke hat[1]) gleichfalls sehr verschiedene Anordnung der Elementartheile des Muskels beschrieben. Es will mir scheinen, als wären die Figg. 3—11, welche diese Verschiedenheiten demonstriren, etwas zu schematisch gehalten; ich würde sonst sagen, dass seine Fig. 3 meiner Beschreibung und Abbildung noch am nächsten steht.

Zwei Vortheile bietet dieser Milbenmuskel für die Untersuchung: die ungewöhnliche Grösse der Elementartheile und die erhebliche Kleinheit des ganzen Muskels. Letztere ermöglicht die Anwendung der stärksten Objective, ohne Pressung oder Zerstückelung; sie beseitigt die Unreinheit der Polarisationsbilder, welche bei einem dicken (z. B. Käfer-) Muskel durch das Hindurchschimmern tiefer liegender Theile hervorgerufen wird. Davon, dass die Schichten einfach brechender Substanz zu beiden Seiten der Krause'schen Querwand (= Querlinie) nur ein Resultat eigenthümlicher Lichtreflexionen an dieser Wand seien[2]), kann selbstfolglich bei den geschilderten Verhältnissen nicht die Rede sein. (Ich bemerke zum Ueberfluss, dass man schiefes Licht nicht anzuwenden braucht.)

---

1) A. a. O. S. 75 und 76.

2) Heppner, dieses Archiv Bd. V. S. 142.

Man musste erwarten, dass die nächsten Verwandten unseres Trombidium Aufschlüsse darüber geben würden, wie aus der beschriebenen Lagerung der kleinsten Theile die gewöhnliche dichtere Querstreifung hervorgeht. Von dieser Erwägung ausgehend nahm ich Trombidium holosericeum vor. Die Thiere wurden nach derselben Methode untersucht.

Unter den Leibesmuskeln dieses Thiers findet man äusserst selten solche, welche mit Fig. 1 übereinstimmen; allein an vereinzelten habe ich doch alle Details nachweisen können. Die meisten Bündel haben viel engere Streifung und zwar kommt durchgängig die Zwischensubstanz nicht in der oben dargestellten Breite vor. Nur selten ist die Körnerschicht erkennbar. Die Querwände sieht man, einmal mit der Erscheinung bekannt, auch dann noch, wenn die Streifendistanz etwas unter 4μ herabgeht. Fig. 6 soll einen solchen, beinahe extremen Fall vorstellen, wo (bei Balsampräparaten) ungefähr für mein Auge die Sichtbarkeitsgrenze derselben liegt. Mit Hülfe des polarisirten Lichtes überzeugt man sich schon bei schwächeren Vergrösserungen davon, dass die isotrope Zwischensubstanz sich auf eine in der That äusserst schmale Linie beschränkt. In noch enger gestreiften Muskeln vermag ich die Krause'sche Querlinie nicht mehr zu sehen. Streifendistanz von $1,2\mu$, wie Pagenstecher für dieses Thier beschreibt [1]), gehört zu den grössten Seltenheiten.

An recht sorgfältig conservirten Muskeln kommt nicht selten eine Form vor, die unwillkührlich an Contractionswellen erinnert. Fig. 7 soll diesen Anblick wiedergeben. Jedes Primitivbündel hat an einer bestimmten Stelle eine spindelförmige Anschwellung; wenn man so präparirt, dass das eine Ende aller Bündel an dem Ansatzpunkte, einer verdickten Chitinstelle der Haut, sitzen bleibt, sieht man, dass die Anschwellungen aller Bündel in gleichen Entfernungen von diesem Ansatzpunkte liegen. Es mag zwar wunderbar klingen, von derartigen „festgelegten Contractionswellen" zu sprechen; allein der Ueberosmiumsäure wird man zutrauen können, dass sie solche Wunder fertig bringe. Wenigstens zeigen auf die beschriebene Art erhärtete Thiere z. B. jüngste Eizellen mit Kern und Nucleolus, Alles völlig kugelig und ohne Spur von Schrumpfung, die Faserung in den Nerven, den Sarcolemma-Kern und Nucleolus u. dgl., also Dinge, mit denen man zum Theil noch vor 10 Jahren

1) Beiträge zur Anatomie der Milben I S. 7 und Taf. I, Fig. 16.

sich rechte Mühe am frischen Präparate zu machen hatte. Nun ist es bekannt, dass die Leibesmuskeln des Trombidium holosericeum äusserst kräftige Contractionen des Körpers herbeiführen. Sie sind in Längsreihen vom Rücken zur Bauchseite ausgespannt und bestehen aus einer grossen Zahl von Primitivbündeln, oft 20—30. Die Wirkung der Muskeln ist beinahe mit unbewaffnetem Auge zu erkennen an den Zerrungen der Rückenhaut. Der Eingriff der Ueberosmiumsäure in die Lebensthätigkeit geschieht zum Theil längs der Athmungswege (desshalb werden stets vordere Organe eher schwarz als hintere und das Gehirn färbt sich gewöhnlich früher in den den grossen Tracheenröhren benachbarten Partieen), zum Theil durch die Chitindecken allmälig nach innen fortschreitend (desshalb werden Muskeln der Beine immer früher schwarz als die Leibesmuskeln). An und für sich scheint es mir nun wohl denkbar, dass von den kurz vor dem Tode eintretenden, wahrscheinlich immer mehr verlangsamten Contractionen die letzte überrascht wird von der eindringenden und plötzlich Alles starr machenden Säure. Vorläufig mag es daher gestattet sein, an der Deutung der spindelförmigen Erweiterung als „festgelegter Contractionswelle" festzuhalten.

Das Verhalten der Elementartheile des Muskels an der vermeintlichen Contractionsstelle soll mit Fig. 8, einer nach einem besonders günstigen Präparat angefertigten Zeichnung, noch verdeutlicht werden. Man erkennt in den Muskelfächern 1, 2, 21, 22 unschwer unsere bekannte Anordnung wieder. Aber 3, 4, 5 sind schon viel enger, und, wie wir schon oben gesehen, erleidet eigentlich nur die Zwischensubstanz einen Verlust; man findet Körnerschichten und Krause'sche Querwand zu einer breiten Linie vereinigt. Nun kehrt bezüglich der Färbungsintensität sich sogar das Bild um: in der Anschwellung selbst ist die Krause'sche Wand, mit der Zwischensubstanz und den beiden sehr wahrscheinlich auch dort vorhandenen Körnerschichten zusammengedrängt auf einen ungemein dünnen Raum, plötzlich dunkler gefärbt als die doppelt brechenden Querscheiben. Dieser Umstand verwirrt leicht bei schwächeren Vergrösserungen und weniger günstigen Präparaten; man kann aber durch das polarisirte Licht sich von der Richtigkeit überzeugen. Es kommt dann die sonderbare Erscheinung zu Tage, dass sich beim Drehen des Nicols das Bild kaum ändert: die weniger gefärbten Scheiben d bleiben im dunklen Felde leuchtend, womit der Beweis geführt ist, dass d keine Zwischensubstanz, sondern Querscheibe ist.

Bei genauer Betrachtung der Fächer am Eingange der Welle findet man, dass die Länge der sarcous elements unverändert geblieben ist. Jedoch in der Mitte der Welle müssen sie auf etwa $^{2}/_{3}$ verkürzt sein. Im Ganzen wäre dies eine Bestätigung der Krause-schen Ansicht (l. c. S. 269).

Endlich sei es noch gestattet, zur Vergleichung die Muskeln eines sehr kleinen Krusters heranzuziehen. Wenn man Cyclops brevicaudatus (Claus) 3—5 Minuten in Ueberosmiumsäure verweilen lässt, färben sich die Muskeln schon sehr intensiv. Die weitere Präparationsweise ist wie oben angegeben; die Theile der in Balsam secirten Thiere, welche zu den nachstehenden Beobachtungen dienten, sind in eben demselben Balsam aufbewahrt. Die meisten Muskeln haben eine Streifendistanz von 2,3—2,6μ; ihre Fibrillen sind wie Fig. 9 angiebt. Die Querscheiben sind auch hier am intensivsten gefärbt; der isotrope Zwischenraum von höchstens 0,5μ Breite ist ungefärbt und von der Krause'schen Querlinie sieht man nicht eine Spur. Aber dazwischen findet man auch Muskeln von der Art der Fig. 10 und von diesen kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass sie das Miniaturbild unseres Trombidium-Muskels vorstellen. Ich lasse es dabei hingestellt, ob das, was ich so eben Fibrille genannt habe, wirklich den Fibrillen des Trombidium gleichwerthig ist, oder nicht vielmehr — worauf schon die Beobachtungen Köllicker's bei Krebsen hinweisen — eine Spaltbarkeit in sehr viel feinere Fibrillen vorhanden ist. Aber das thut nichts zur Sache; in letzterem Falle wäre das Abbild ein vollständiges, in ersterem würde es nur in Beziehung auf die Längsaxe nicht zutreffend sein. Die Querlinie ist in diesen Muskeln ganz deutlich; auch eine Andeutung der Hensen'schen Mittelscheibe in den Querscheiben ist gegeben. Es musste nun noch nach Uebergangsformen zwischen Fig. 9 und 10 gesucht werden. Diese sind in der That vorhanden (Fig. 11). Nur mit äusserster Mühe sehe ich die feine Querlinie noch, wenn die isotropen Bänder 0,6—08μ breit sind. Es wird demnach die Grenze des optischen Vermögens der Mikroskope gestreift, denn bei 0,5μ Breite kann keine Linie mehr wahrgenommen werden, aber sie wird vielleicht mit besseren Instrumenten in Zukunft zu sehen sein. Der Analogie nach kann man ihr Vorhandensein auch bei enger gestreiften Muskeln kaum bestreiten.

Uebrigens habe ich auch an den Muskeln des Maikäfers, die in ähnlicher Art präparirt waren, Sachen gesehen, welche es wahrscheinlich machen, dass die Anordnuug der Elementartheile hier ebenso wie bei Trombidium ist. Der Herr Herausgeber dieses Archivs hatte die Güte, mich brieflich darauf aufmerksam zu machen, dass meine Körnerschicht, wenn ich auch noch keine Doppelbrechung an derselben gesehen, gleichwohl nur aus Disdiaklasten aufgebaut sein könnte. Ich nahm hieraus Veranlassung, die Maikäfer-Muskeln, bei denen ich gelegentlich etwas von den Körnern gesehen hatte, nochmals speciell auf diesen Punkt zu prüfen, und zwar, um gegen den Vorwurf gesichert zu sein, dass ich mit Kunstproducten gearbeitet, in durchaus frischem, contractionsfähigem Zustande, umgeben von dem Blute des Thiers. Es ist dann ziemlich leicht, die Untersuchungen Brücke's für den Hydrophilus-Muskel [1]) zu bestätigen, namentlich aber Bilder wie seine Fig. 2 A zu gewinnen. Das, was hier als schmale Querbänder gezeichnet ist, sieht man im gemeinen Licht als stärker brechende Linien, aus Körnchen bestehend. Durch den Trombidium-Muskel vorbereitet, wusste ich was hier zu suchen war. Die Erforschung wird zwar recht mühsam, da man genöthigt ist, unter vielen Hunderten von Muskeln mit der stärksten Vergrösserung sich die richtigen zu suchen. Allein die darauf verwendete Ausdauer ist lohnend. Muskeln, an denen eine Contraction langsam abläuft, zeigen, wenn sie am anderen Ende irgendwo zufällig eingeklemmt sind, die von Hensen beschriebenen Dehnungserscheinungen. Solche gedehnte Strecken enthüllen nun die Structurverhältnisse näher. Sie lehren, dass die schmalen stärker brechenden Linien (Brücke Fig. 2 A) in der That zusammengesetzt sind aus der äusserst feinen Krause'schen Querwand, (welche wohl nicht den 4. Theil der Gesammtdicke misst) und beiderseits je einer Körnerschicht. Rückt eine Contractionswelle näher so kann man wahrnehmen, dass alle 3 Lagen wieder zu einer einzigen, körnig erscheinenden und sehr stark lichtbrechenden schmalen Lage zusammengedrängt werden. Bei gekreuzten Nicols ist die Gesammtheit der 3 Lagen hell, rührte diese Helligkeit allein von der Krause'schen Querwand her, so müsste die Linie sehr viel schmäler sein; es muss also die Körnerschicht doch doppeltbrechend sein. In dem gereckten Zustande, wo man jedes einzelne Korn ins Auge

---

1) A. a. O. S. 76 u. 77.

fassen kann, ist ausserdem eine Beobachtung zu machen, die, wie ich glaube, mit Nothwendigkeit darauf hinweist, dass die Körner aus anderem Stoffe sind, als die doppeltbrechenden Querscheiben. Die Körner sind nämlich einzeln betrachtet mit einem viel dunkleren Rande umzogen, als die sarcous elements der Querscheiben. Dies könnte sich, wenn sie in Wirklichkeit nicht stärker brechend wären als diese, nur unter der Annahme erklären, dass das interstitielle Medium zwischen den sarcous elements der Querscheiben dichter sei, als das zwischen den Körnern. In solchem Falle müssten aber die Querscheiben gegen die Zwischensubstanz mit einem stärkeren Schatten abfallen als sie zeigen. Es bleibt demnach nur die Annahme, dass die Körner wirklich bedeutend stärker lichtbrechend sind. — In diesem Befunde der Maikäfer Muskeln liegt wahrscheinlich eine Erklärung der vielfältigen Abweichungen, welche in den letzten Jahren bei den Publicationen über Muskelstructur zu Tage gekommen sind. Ich gehe auf dieselben nicht näher ein, da es meine Absicht war, zunächst nur auf die merkwürdigen Trombidium-Muskeln aufmerksam zu machen.

Immerhin scheint mir so viel erwiesen, dass die bei den letzteren nachgewiesenen complicirten Verhältnisse auch in den andern Classen der Gliederthiere wiederkehren, der Wahrnehmung aber durch ihre Zartheit bisher entgangen sind. Die Anwendung der Ueberosmiumsäure befreit uns bei solchen Untersuchungen von einer äusserst unbequemen Fehlerquelle, den Streitigkeiten über Hell und Dunkel in einem farblosen Objecte.

Zum Schluss bemerke ich, dass ich gern erbötig bin, den Herren, die sich specieller für diese Fragen interessiren, meine Präparate zur Ansicht zu übersenden.

Kiel, im Juni 1871.

Erklärung der Figuren auf Taf. III.

Fig. 7 ist 160mal, alle übrigen 1000mal vergrössert. Sämmtlich mit einem Immersionssystem von Schröder, $^1/_{18}$'' Aeq. aufgenommen.

Fig. 1. Trombidium spec.? Theil eines ausgezeichnet erhaltenen Muskels, 2 Tage nach dem Einlegen in Glycerin gezeichnet, a Sarcolemma, b Querwände (= Krause's Querlinien), c Körnerschicht, d doppeltbrechende Querscheiben, m Mittelscheibe Hensen's (?) z Zwischensubstanz zu 2 Muskelfächern gehörend. Die Buchstaben bedeuten in allen folgenden Figuren dieselben Elementartheile.

Fig. 2. Dieselbe Art. Theil eines anderen Muskels mit engerer Streifung. Balsampräparate zeigen das Bild genau so wie Fig. 1 u. 2.

Fig. 3. Dieselbe Art. Ein Muskel wie Fig. 1 im dunklen Felde des Polarisationsmikroskops.

Fig. 4. Dieselbe Art. Theil eines Muskels mit dem Kern. In Glycerin aufbewahrt und einige Tage nach dem Einlegen gezeichnet.

Fig. 5. Dieselbe Art. Grosser Muskel, mehrere Wochen in Glycerin gewesen. Die Querscheiben d sind nur wenig durch Ueberosmiumsäure gefärbt, verschwommen und zuweilen im unpolarisirten Licht recht undeutlich. Desto deutlicher sieht man die Querwände. Die punktirten Querlinien e e sollen den Verlauf dieser Wände auf der abgewendeten Seite des Muskels andeuten, um zu zeigen, dass eine wendeltreppenartige Anordnung entsteht.

Fig. 6. Trombidium holosericeum. Theil eines in Balsam gelegten Muskels. Man erkennt nur schwierig die feinen Querwände und die Zwischensubstanz ist äusserst schmal.

Fig. 7. Dieselbe Art. 4 Bündel aus einem den Leib senkrecht durchsetzenden Muskel mit Contractionswellen. In Balsam.

Fig. 8. Dieselbe Art. Eine spindelförmige Anschwellung der vorigen Figur noch mehr vergrössert. Das Sarcolemma zeigt neben jeder Querwand am Rande Knötchen, offenbar durch den Widerstand der festeren Wand hervorgebracht.

Fig. 9. Cyclops brevicaudatus Claus. Fibrille eines Muskels von der gewöhnlichen Form.

Fig. 10. Dieselbe Art. Fibrille eines etwas weiter gestreiften Muskels mit deutlichen Querlinien b.

Fig. 11. Dieselhe Art. Stück eines grösseren Muskels, der die Mitte zwischen Fig. 9 u. 10 hält. Dürfte die äusserste Grenze sein, wo noch die Querlinie zu erkennen ist.

Die Pigmentschicht der Retina.

Von

Dr. **Franz Morano** aus Neapel.

(Aus dem physiologischen Laboratorium in Berlin.)

Hierzu Taf. IV.

Bis in die neueste Zeit hinein ist die Pigmentschicht der Retina ein von den Histiologen relativ vernachlässigtes Object gewesen, besonders wenn man mit den ihr gewidmeten Bestrebungen die Mühe und die Sorgfalt vergleicht, mit welcher die übrigen Schichten der Retina studirt wurden.

Die in der Wissenschaft eingebürgerte, schematische Vorstellung dieser Schicht als eines sechseckigen pigmentirten Plattenepithels wurde zuerst verdrängt durch die Details, welche Heinrich Müller [1]) über dieselbe beibrachte. Dieser ausgezeichnete Forscher gab zuerst eine Darstellung über das Verhältniss der Stäbchen und Zapfen zu den Pigmentzellen und speciell zu den von denselben ausgehenden Scheiden und Schnüren von Pigment, die zwischen die einzelnen Elemente der Stäbchenschicht eindringen. Auch finden sich in dieser Abhandlung sehr naturgetreue Beschreibungen der Form dieser Zellen, die als niedrige Cylinderepithelien bezeichnet werden, ihrer Trennung in einem oberen ungefärbten und in einem unteren pigmentirten Abschnitt, Beobachtungen über das Vorkommen ölartiger gefärbter Tropfen in denselben bei einzelnen Thieren u. s. w.

---

1) Anatomisch physiologische Untersuchungen über die Retina bei Menschen und Wirbelthieren. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, Bd. VIII. S. 1. 1857.

Nach Heinrich Müller begründen die Arbeiten Max Schultze's einen sehr wesentlichen Fortschritt und zwar besonders in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht. Er hat die Beobachtung Kölliker's [1]), dass aus dem äussern Blatt der primären Augenblase nicht die ganze Chorioides, sondern nur die Pigmentschicht derselben hervorgehe, ausführlich begründet und dahin erweitert, dass diese Pigmentschicht nicht zur Chorioides, sondern zur Retina zu rechnen sei, und entwickelungsgeschichtlich sowohl wie anatomisch sehr enge Beziehungen zur letzteren besitze. Auch die von Max Schultze gegebene Schilderung der morphologischen Verhältnisse der ausgebildeten Zellenschicht ist an interessanten Details sehr reich [2]).

Ich habe in dem verflossenen Sommer mich auf dem physiologischen Laboratorium zu Berlin auf Veranlassung und unter Leitung des Dr. F. Boll mit der Anatomie derselben sehr eingehend beschäftigt. Zwei Fragen sind es besonders gewesen, denen ich meine Aufmerksamkeit zugewendet habe. Einmal wollte ich eruiren, ob unter allen Verhältnissen und in allen Regionen der Retina in Bezug auf die von den Pigmentzellen zwischen die Elemente der Stäbchenschicht eindringenden Fortsätze, die bald als Scheiden, bald als Schnüre beschrieben werden, ein constantes morphologisches Verhältniss stattfinde. Zweitens war meine Untersuchung auf das Verhältniss der Stäbchen zu den Pigmentzellen und auf die Entscheidung der Frage gerichtet, ob stets einer Pigmentzelle eine constante Anzahl von Stäbchen entspricht, oder ob in Bezug auf dieses Verhältniss verschiedene Schwankungen in den verschiedenen Regionen der Retina obwalten.

Der nachfolgenden Schilderung dieser Schicht sind im Wesentlichen die Verhältnisse in der Retina des Frosches zu Grunde gelegt, wo sich diese Zellen wegen ihrer bedeutenden Grösse ganz vorzüglich zum Studium eignen. Ausser dem Frosch wurde jedoch noch an einer grösseren Anzahl von Species Untersuchungen über diese Schicht angestellt und sollen die Differenzen, welche bei den einzelnen Species wahrgenommen wurden, im Lauf der Darstellung noch besonders erwähnt werden. Die Methoden der Untersuchung bestanden einmal in der Erhärtung durch Osmiumsäure verschiedener

---

1) Entwickelungsgeschichte S. 284. 288.

2) Dieses Arch. II, S. 220. Die Retina, in Stricker Gewebelehre. S. 1013.

Concentration, zweitens in der Maceration durch verdünnte Chromsäure-Lösungen resp. in Jodserum.

Schon im ganz frischen Zustande lässt sich die bräunliche Pigmentschicht des Frosches sehr leicht und rein sowohl von der Stäbchen- und Zapfenschicht, wie von der intensiv schwarzen Chorioides ablösen.

Betrachtet man die isolirte, ausgebreitete Pigmentschicht von der Chorioidalfläche, so bietet sich das schöne und regelmässige Bild dar, welches in Fig. 1 wiedergegeben ist: ein Mosaik etwas verlängerter, sechseckiger Zellen. Die Randpartieen der einzelnen Zellen sind völlig mit Pigmentkörnchen[1]) angefüllt. In der Mitte der Zelle befindet sich gewöhnlich ein heller Fleck, in dem der Kern zu liegen scheint. Ausserdem liegen in dieser nicht pigmentirten Mitte der Zelle, wie schon Heinrich Müller erwähnte, ein bis zwei scharfcontourirte glänzende orangegelbe Fetttropfen. Dieses regelmässige Bild findet sich sowohl in den centralen, wie in den peripheren Partien der Retina. Die in Fig. 1 dargestellte Mosaik ist einer Region entnommen, die von der Stelle des deutlichen Sehens nicht sehr entfernt liegt. Nach der Peripherie der Retina zu werden die sechseckigen Flächen grösser und die Zahl der Fetttropfen und Fetttröpfchen nimmt in ihnen zu. In einzelnen Zellen wurden bis zu 15 Tropfen gezählt, wovon 2—3 grössere, die übrigen von sehr grosser Kleinheit.

Nicht selten finden sich auch, namentlich in den peripheren Theilen der Retina Bilder, wo die von der Fläche gesehenen Epithelien wie echte Stachel- und Riffzellen mit zahnartigen Fortsätzen in einander greifen.

Betrachtet man diese Zellenschicht im frischen Zustande von der Seite, also die einzelnen Zellen im Profil, wie derartige Präparate in den Abbildungen (Figg. 2—5) dargestellt sind, so ergiebt sich mit grosser Regelmässigkeit über die morphologischen Verhältnisse dieser Zellen folgende für alle Regionen der Retina übereinstimmende Vorstellung. Die Zellen sind nicht Plattenepithelien, wie man so lange Zeit geglaubt hat, sondern deutliche Cylinder. Man

---

1) Die Pigmentkörnchen des Retinapigments sind, wie neuerdings noch Frisch (Gestalten des Chorioidalpigments, Wiener acad. Sitzungsber. Bd. LVIII, Abth. II) nachgewiesen hat, niemals rund, sondern stets stäbchen- oder nadelförmig, wie krystallinisch.

unterscheidet an dem cylindrischen Zellkörper stets zwei deutlich und scharf von einander abgesetzte Partieen: eine obere der Fläche der Chorioides zugekehrte, farblose, aus einem blassen, feingranulirten Protoplasma bestehend, und eine untere, pigmentirte. Die Dimensionen dieser beiden verhalten sich zu einander durchschnittlich wie 1 zu 3. An der Grenze beider oder meist ganz im ungefärbten Theil der Zelle liegt der runde, scharfcontourirte Kern, der stets nur ein einziges grosses Kernkörperchen zeigt. Ebenso liegen die orangegefärbten Fetttropfen meist allein in dem ungefärbten Viertel der Zelle. Die Grenze des pigmentirten gegen den nichtpigmentirten Theil ist meist unregelmässig, mitunter jedoch auch scharf, wie durch eine gerade Linie abgeschnitten. Nicht selten findet sich eine solche scharfe auf der Längsaxe der Zelle senkrechte Grenzlinie in dem farblosen Abschnitte der Zelle selbst. Der pigmentirte Theil der Zelle zeigt ein eigenthümliches, längsstreifiges Aussehen, als ob die Pigmentkörnchen desselben in Reihen parallel der Längsaxe der Zellen angeordnet wären. Die Basen der Cylinderzellen erscheinen an frischen Präparaten stets unregelmässig contourirt, wie abgefressen.

Ganz analog verhalten sich die Pigmentzellen auch bei anderen Amphibien (Triton taeniatus, cristatus, Salamandra maculata). Auch hier sind es Cylinderzellen mit einer oberen farblosen Kuppe und einem pigmentirten basalen Abschnitt. Nur sind bei den genannten Thieren die Cylinder etwas flacher und breiter wie beim Frosch. Bei Triton scheinen die orangegefärbten Fetttropfen zu fehlen; bei Salamandra maculata sind sie stets vorhanden und meist viel kleiner wie beim Frosch.

Bei Lacerta agilis haben die Pigmentzellen in Gestalt und Grösse die grösste Aehnlichkeit mit denen von Triton.

Aus der Klasse der Vögel wurden nur Hühnerembryonen verschiedener Stadien bis zum ausgebrüteten Hühnchen untersucht. Auch hier sind es pigmentirte Cylinderzellen mit einer schmalen, farblosen Kuppe. Gefärbte Fetttröpfchen waren im Innern der Zellen nicht nachzuweisen. Die Grösse der Zellen gibt denen der Amphibien wenig nach.

Bei den Säugethieren sind die Zellen meist beträchtlich kleiner und die Pigmentkörnchen meist etwas gröber, nicht mehr so fein und nadelförmig, wie bei den untersuchten Amphibien, Reptilien und

Vögeln. Doch überwiegt auch hier noch stets der eine Längendurchmesser. Die farblose Kuppe ist ein constantes Vorkommniss.

Wie schon Heinrich Müller und Max Schultze angaben, ist diese Zellenschicht auch in den Augen leukäthiopischer Thiere und solcher Thiere, die ein Tapetum besitzen, vorhanden. Beim leukäthiopischen Kaninchen, wo diese Zellen meist zwei Kerne besitzen, enthalten sie regelmässig eine grössere Anzahl blassgelblicher Fetttropfen. Die Zellen des Ochsen, die dem Tapetum aufliegen, sind nicht pigmentirt, enthalten aber kleine dunkelbraune und röthliche Tröpfchen.

Ueber die anatomischen Verhältnisse der basalen Enden der Pigmentzellen geben den besten Aufschluss Präparate, die nach 24stündiger Maceration in den bekannten dünnen Chromsäure-Lösungen untersucht werden, deren Max Schultze sich zuerst zur Isolation der Neuroepithelien der Geruchsschleimhaut bediente. Die Präparate sind nur dann gut zu nennen, wenn die Orangefarbe der Fetttröpfchen nichts von ihrem Glanz und von ihrer Intensität eingebüsst hat. Erscheint dieselbe etwas matt und glanzlos, so sind die Chromsäurelösungen entweder zu concentrirt oder zu verdünnt gewesen und man thut am besten, die Präparate ganz zu verwerfen.

Sind die Präparate gut gelegen, so überzeugt man sich bald, dass an den basalen Enden dieser cylindrischen Pigmentzellen im wesentlichen zwei verschiedene Verhältnisse vorkommen. Einmal fasern sich die Zellen in ihren basalen Enden aus in ein überaus zahlreiches Büschel pigmentirter äusserst feiner Fasern, die Max Schultze mit einem Walde von Flimmerhaaren vergleicht (Figg. 6—8) und die zum Theil eine sehr ansehnliche Länge erreichen können. Stets sind die Pigmentkörnchen mit ihrer Längsaxe dem Verlauf der Faser parallel in dieselbe eingebettet, das letzte freie Ende der Fasern erscheint nicht selten ganz frei von Pigment. Die Anzahl derselben kann an einer Zelle 30—40 betragen; bei den kleineren Epithelien finden sich jedoch auch nicht selten weniger als 10. Die zweite Form des basalen Zellenendes ist in den Abbildungen (Figg. 9—10) wiedergegeben. Hier scheint sich die Zelle an ihrer Basis meist etwas zuzuspitzen und in eine hautartige Ausbreitung, die zu einer Röhre geschlossen erscheint, überzugehen. Durch die stärksten Vergrösserungen ist an dieser hautartigen Röhre keinerlei Structur wahrzunehmen. Stets ist dieselbe mit einer

grösseren oder geringeren Menge von Pigmentkörnchen besetzt, die oft in Längsreihen parallel der Längsrichtung der Röhre angeordnet erscheinen. Mitunter findet sich statt der regelmässigen Röhre eine mehr flächenhafte und fetzenartige Ausbreitung, wie sie in Fig. 10 wiedergegeben ist.

Ueber das Verhalten der Pigmentzellen zu den Stäbchen geben Zerzupfungspräparate von Netzhäuten, die 24 Stunden mit 1procentiger Ueberosmiumsäure behandelt wurden, den besten Aufschluss. Eine Reihe derartiger Präparate ist in Figg. 11—16 abgebildet worden. Am besten orientirt man sich über das einschlagende Verhältniss aus Fig. 11, welche einen vollständigen Querschnitt der Pigmentschicht, der Schicht der Stäbchen und Zapfen, der Limitans externa und der Stäbchen- und Zapfen-Körnerschicht wiedergibt. Die Veränderungen, die die Pigmentzellen durch das Osmium erleiden, bestehen darin, dass die gelben Fetttropfen dunkelbraun gefärbt werden und dass die obere farblose Partie der Zelle verschwindet, entweder weil sie durch das Osmium gleichfalls braun gefärbt wird und sich nun nicht mehr von dem pigmentirten Theil der Zelle unterscheidet, oder weil sie durch das Reagens zu Grunde geht und zerstört wird. Letzteres ist wahrscheinlicher, da die farblose Protoplasmakuppe, die dem pigmentirten Theil der Zelle aufsitzt, auch bei der Maceration in verdünnter Chromsäure nur zu leicht aufquillt und zu Grunde geht. Auch der Kern der mit Osmium behandelten Pigmentzellen lässt sich selten oder nie mehr nachweisen. Die schwach gefärbten Stäbchen setzen sich scharf gegen die Pigmentzellen ab. Auf dem dargestellten Präparat, das den peripheren Schichten der Retina entnommen ist, kommen auf die Breite der Pigmentzelle etwa 5 Stäbchen, was für die ganze Fläche einer Pigmentzelle etwa 12—15 Stäbchen betragen mag.

Besser, wie an Fig. 11 erkennt man an Fig. 12 das Verhältniss der Fortsätze der Pigmentzellen zu den Stäbchen. Zwischen den Stäbchen steigen die Pigmentschnüre bis an das Ende des Innengliedes, also bis an die Membrana limitans externa herunter. Nicht ganz klar ist das Verhältniss dieser pigmentirten Fortsätze zu den Zapfen. Fig. 13 ist ein Stäbchen abgebildet, neben dessen Innenglied jederseits ein Zapfen steht. Die Pigmentschnüre gehen zu beiden Seiten des Stäbchens herab zu dem durch Osmium hellbraun gefärbten, im frischen Zustande blass grünlichgelben Fetttröpfchen, das an der Grenze von Innen- und Aussenglied liegt. Nicht selten waren auch

Bilder, wo die Pigmentschnüre ganz deutlich sich bis zwischen die Innenglieder der Zapfen und der benachbarten Stäbchen fortsetzten.

In Fig. 14 sind zwei isolirte Pigmentzellen abgebildet, an denen die zugehörigen Stäbchen nur theilweise erhalten, abgebrochen oder ganz herausgefallen sind, während die basalen Fortsätze sich vorzüglich conservirt haben. Bei diesen Zellen im optischen Durchschnitt gehen nicht mehr 5 (wie in Fig. 11), sondern nur noch 3 Stäbchen auf die Breite einer einzigen Pigmentzelle. Ebenso finden sich in Fig. 15 3 Stäbchen auf je einer der beiden benachbarten Zellen. Ja, es kann sogar eine Pigmentzelle nur ein einziges Stäbchen umfassen. Hierfür geben Figg. 16 und 17 Belege. Die erstere ist nach Chromsäurepräparaten, die zweite nach einem Osmiumpräparat gezeichnet. Derartige Zellen, die nur einem einzigen Stäbchen entsprechen, finden sich wesentlich in dem Centrum der Retina. Nach der Peripherie zu herrschen die grossen Pigmentzellen, die bis zu 15 und noch mehr Stäbchen enthalten, vor, bis an der alleräussersten Peripherie, an der Pars ciliaris Retinae die Pigmentzellen wieder sehr klein werden, wie auch Max Schultze[1]) von der Pars ciliaris des menschlichen Auges angibt.

Ein eigenthümliches Verhältniss ist noch zu erwähnen, dass nämlich an den mittelst dieser Methode dargestellten Isolationspräparaten sehr häufig der den Pigmentzellen zugekehrte, also äusserste Abschnitt des durch Osmium gefärbten Stäbchenaussengliedes eine viel blassere Färbung zeigt, wie der dem Innengliede zugekehrte innere Abschnitt. Manchmal erschienen diese beiden verschieden intensiv gefärbten Abschnitte scharf gegen einander abgesetzt (Fig. 16 a), so dass es nahe liegt, an eine essentielle Verschiedenheit dieser beiden Abschnitte zu denken. Bald aber, nachdem man eine grössere Anzahl von Präparaten verglichen hat, überzeugt man sich, dass in einer Anzahl von Fällen der Uebergang des intensiv gefärbten inneren Abschnittes in den helleren äusseren ganz allmälig stattfindet, wie in Fig. 16 b, und dass diese Differenz in anderen Fällen überhaupt ganz fehlt (wie in Fig. 14). Am besten erklärt sich diese Differenz in der Färbung der äusseren und inneren Partieen des Aussengliedes wohl dadurch, dass die ersteren in dichtere Pigmentmassen eingebettet sind wie die letzteren, so dass das Reagens in seiner Wirkung hierdurch etwas abgeschwächt wird.

---

1) Stricker, Gewebelehre, S. 1028.

Ebenso deutlich wie an den in Fig. 16 dargestellten Präparaten sieht man die Pigmentschnüre sich bis an das Ende des Innengliedes d. h. bis an die Limitans externa fortsetzen an den Präparaten Figg. 17 und 18, die durch Maceration in Jodserum gewonnen wurden.

Sehr lehrreich ist eine vergleichende Beobachtung des Verhältnisses der Pigmentschicht zu der Stäbchenschicht bei den verschiedenen Amphibien. Während beim Frosch die zwischen den Stäbchen gelegenen Fortsätze der Pigmentzellen zum grössten Theil bis an die Basis der Innenglieder deutlich pigmentirt sind, und nur einige ihr Pigment schon auf der halben Höhe der Aussenglieder einbüssen, sind bei Triton taeniatus und cristatus von der Grenze des Aussengliedes ab bis zur Limitans externa die Ausläufer, wie schon Merkel[1]) angibt, fast ausnahmslos nicht mehr pigmentirt. Auch bei Salamandra maculata verliert die Mehrzahl der Fasern ihre stabförmigen Pigmentkörnchen schon an der Grenze von Aussen- und Innenglied.

Was das Verhältniss der von den Pigmentzellen ausgehenden Fortsätze zu den Furchen der crenelirten Stäbchenoberfläche betrifft, so muss ich die erschöpfende Darstellung Max Schultze's[2]) über die Stäbchenschicht der Amphibien durchaus bestätigen.

Das Thatsächliche ist, dass bei den Amphibien sowohl an den Aussengliedern wie an den Innengliedern eine Crenelirung der Oberfläche vorhanden ist, durchschnittlich jedoch an den letzteren, wo die Furchen meist nur noch die äusserst feinen, nicht mehr pigmentirten Fibrillen aufzunehmen haben, viel weniger deutlich ausgebildet wie an den ersteren, wo die Pigmentkörnchen enthaltenden Fibrillen tiefere Furchen erfordern. Beim Frosch, wo die Fibrillen meist bis an die Limitans externa pigmentirt bleiben, ist dieser Unterschied in der Crenelirung zwischen Innenglied und Aussenglied am unbedeutendsten. Am deutlichsten ist derselbe bei Triton, wo die auf der Oberfläche der Innenglieder verlaufenden Fibrillen fast ausnahmslos nicht pigmentirt sind. In der Mitte zwischen beiden steht Salamandra maculata, die ich wegen der Grösse ihrer Stäbchen als das geeignetste Object für das Studium

---

1) Zur Kenntniss der Stäbchenschicht der Retina. Archiv für Anatomie und Physiol. 1870. S. 647.

2) Dieses Archiv V. S. 387—392. VII. S. 253.

dieser Verhältnisse bezeichnen muss. Fig. 21 sind einige Bilder aus der mit Osmium behandelten Netzhaut dieses Thieres gezeichnet. a ist der optische Querschnitt eines Stäbchens. b zeigt zwei vollständige Stäbchen, wo sowohl Innenglied wie Aussenglied, das letztere deutlicher crenelirt sind; an der Grenze des Innengliedes gegen das Aussenglied sieht man eine Schicht von etwas differentem Lichtbrechungsvermögen, ein Homologon des linsenförmigen Körpers (Max Schultze). c zeigt endlich zwei durch das Osmium weniger intensiv gefärbte Bruchstücke von Aussengliedern, wo die Pigmentkörnchen enthaltenden Fibrillen zum Theil über die Bruchenden hinausragen.

Der Grund, weshalb nicht an allen Präparaten die Crenelirung von Innen- und Aussenglied gleich deutlich hervortritt, liegt wesentlich in dem ausserordentlich verschiedenen Verhalten, welches die Substanzen des Innen- und des Aussengliedes zu der Osmiumsäure und den verdünnten Chromsäure-Lösungen zeigen. Es kann vorkommen, dass bei einzelnen Concentrationen die Crenelirung des einen Abschnittes in der ausgezeichnetsten Weise hervortritt, während sie an dem anderen wenig oder gar nicht ausgeprägt erscheint.

Berlin, 22. Juli 1871.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IV.

Sämmtliche Abbildungen sind der Retina des Frosches entnommen, mit Ausnahme von Fig. 21, welche Salamandra angehört.

Die römischen Zahlen zeigen die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare an.

Fig. 1. VII, 2. Aus den Randpartieen der Retina. Flächenansicht eines Pigmentmosaiks mit den Fetttropfen von der der Chorioides zugekehrten Fläche gesehen. Frisch untersucht.

Fig. 2. VII, 3. Frisch untersucht. Aus dem hinteren Segment der Retina. Eine Gruppe von 3 Pigmentzellen.

Fig. 3. IX, 2. Frisch untersucht. Drei isolirte Zellen aus den peripheren Partieen der Retina.

Fig. 4. IX, 2. Eine Reihe von sechs Pigmentzellen, frisch untersucht. Aus der Peripherie der Retina.

Fig. 5. IX, 2. Eine isolirte, eine grössere Anzahl von Fetttropfen enthaltende Pigmentzelle. Frisch untersucht.

Fig. 6. IX à l'immersion, 3. Zwei isolirte Pigmentzellen aus der Peripherie nach 24stündiger Maceration der Retina in Chromsäure von 32 %. Die Fortsätze sind bei beiden sehr zahlreich und enthalten fast alle bis an ihr freies Ende Pigmentkörnchen.

Fig. 7. IX à l'immersion, 3. Eine durch Maceration in Chromsäure von $\frac{1}{22}$ % isolirte Pigmentzelle aus dem centralen Segment der Retina. Die letzten Enden der Ausläufer sind nicht pigmentirt.

Fig. 8. IX, 2. Eine in Chromsäure macerirte Gruppe von 5 Pigmentzellen aus den Randpartieen der Retina. Von der der Chorioides zugekehrten Fläche gesehen. Die sehr zahlreichen pigmentirten Fortsätze ragen über die Zellenränder hervor.

Fig. 9. IX, 2. Drei durch Chromsäure isolirte Zellen. Die basalen Enden zerfallen nicht in Fasern, sondern setzen sich in eine membranöse mit Pigmentkörnchen besetzte Röhre fort.

Fig. 10. IX, 2. Zwei durch Chromsäure isolirte Zellen. Das basale Ende derselben zeigt eine etwas fetzenartige membranöse Ausbreitung.

Fig. 11. IX, 2. Zerzupfungspräparat einer in Chromsäure von 1 % erhärteten Retina. Die Pigmentschicht (4 Zellen) ist in vollständigem Zusammenhang mit der Schicht der Stäbchen und Zapfen, der Membrana limitans externa und der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht erhalten.

Fig. 12. VII, 2. Osmiumpräparat. Zwei vollständige und ein unvollständig erhaltenes Stäbchen (Aussenglied) im Zusammenhang mit Pigmentschicht und ihren Fortsätzen.

Fig. 13. VII, 2. Osmiumpräparate. Ein vollständiges Stäbchen und zwei Zapfen in Verbindung mit den Ausläufern der Pigmentschicht.

Fig. 14. IX, 2. Osmiumpräparat. Zwei isolirte Pigmentzellen mit wohlerhaltenen Ausläufern, zwischen denen die Stäbchen theilweise herausgefallen sind.

Fig. 15. IX, 2. Zwei Pigmentzellen mit ihren Ausläufern im Zusammenhang mit je drei Stäbchen.

Fig. 16. IX, 2. Pigmentzellen aus dem Centrum der Retina im Zusammenhang mit ihren Stäbchen durch Maceration in verdünnter Chromsäure isolirt. a zwei einzelne Stäbchen. b drei Stäbchen im Zusammenhang.

Fig. 17. IX, 2. Aus dem Centrum einer in Osmium erhärteten Retina. Drei Pigmentzellen im Zusammenhang mit ihren Stäbchen.

Fig. 18. IX, 2. a. Drei vollständige Stäbchen mit ihren Pigmentschnüren Die blassere Färbung der äusseren Parthie derselben erscheint gegen das intensive Schwarz des inneren, dem hellen Innengliede zugekehrten inneren Abschnittes sehr scharf abgesetzt. b. Ein einziges derartiges Stäbchen, wo die intensive Schwärze des Aussengliedes nach aussen hin allmälig abnimmt.

Fig. 19. IX, 2. Drei Stäbchen mit ihren Pigmentschnüren durch Maceration in Jodserum isolirt.

Fig. 20. IX, 2. Jodserumpräparat. Zwei Stäbchen im Zusammenhang mit der Pigmentschicht und ihren Ausläufern.

Fig. 21. IX, 2. Sämmtliche Figuren sind einer 24 Stunden in Osmiumsäure von 1 % erhärten Retina von Salamandra maculata entnommen. a. Optischer Querschnitt eines Stäbchens. b. Zwei Stäbchen, an denen man die Crenelirung sowohl des Innengliedes wie des Aussengliedes deutlich sieht. c. Zwei Bruchstücke von Aussengliedern, wo man die pigmentirten Fibrillen in den Vertiefungen der Oberfläche lagern und zum Theil über die Bruchenden hervorragen sieht.

Beiträge zur Kenntniss der Drüsen in den Darmwandungen, in's Besondere der Brunner'schen Drüsen.

Von

Dr. **G. Schwalbe,**
Prosector und Privatdocent zu Freiburg i. B.

Hierzu Tafel V.

Vorliegende Untersuchungen fanden ihre Veranlassung in einer Beobachtung, die ich gelegentlich am Duodenum des Kaninchens machte. Als ich behufs Anfertigung eines Vorlesungspräparats das Duodenum eines Kaninchens durchmusterte, fiel mir alsbald der eigenthümliche Bau kleiner traubenförmiger in die Wand des Zwölffingerdarms eingebetteter Drüschen auf, die ich nach Allem für die Brunner'schen Drüsen halten musste. Diese Drüschen zeigten, was die feinere Structur und Anordnung ihrer Zellen betraf, ganz den Bau des Pancreas, wie ihn Langerhans[1]) in seiner Dissertation schildert. Ich vermuthete nun, es möchte dieser Befund kein vereinzelter sein und untersuchte deshalb die Brunner'schen Drüsen der verschiedensten Säugethiere, wobei ich vor Allem auf den feineren Bau der absondernden Elemente Rücksicht nahm. Diese Untersuchung hat nun zwar meine Voraussetzung, es möchten die Brunner'schen Drüsen den Bau des Pancreas besitzen, nicht bestätigt, sie

1) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Berlin 1869.

hat aber einerseits zu einer genauen histologischen Analyse der erstgenannten Drüsen geführt, andererseits gewisse allgemeine, die Drüsenstructur betreffende Fragen der Lösung näher gebracht, so dass mir eine Mittheilung der erhaltenen Resultate gerechtfertigt erscheint.

Die Untersuchungen, welche ich im Folgenden mittheile, betreffen die drüsigen Elemente des Duodenum vom Menschen, Ochsen, Schwein, Hund, Kaninchen, Meerschweinchen, von der Ratte, Maus und Fledermaus (Plecotus auritus). Nur dem Kaninchen kommen unter den genannten Thieren neben wirklichen unmittelbar hinter dem Pylorus gelegenen Brunner'schen Drüsen kleine pancreatische Drüsen in den Darmwandungen zu. Der Mensch und die anderen oben genannten Thiere besitzen für gewöhnlich nur Brunner'sche und Lieberkühn'sche Drüsen; doch finden sich Fälle in der Literatur verzeichnet, welche beweisen, dass auch hier zuweilen pancreatische Drüsen in den Darmwandungen selbst vorkommen können.

1. Drüsen vom Bau des Pancreas.

Cl. Bernard [1]) macht gelegentlich der Besprechung der chemischen Charaktere der Pancreassubstanz die Angabe, dass beim Kaninchen in der Umgebung der Darmmündung des Pancreas-Ausführungsganges kleine Drüschen getroffen würden, welche in ihrem chemischen Verhalten ganz mit dem Pancreas übereinstimmten und deshalb von den chemisch differenten Brunner'schen Drüsen wohl zu unterscheiden seien. Dieselben liegen überdies stets zwischen Serosa und Muscularis und nicht, wie die Brunner'schen Drüsen zwischen Muscularis und Mucosa. Die von mir nun zu beschreibenden pancreatischen Drüsen sind nicht identisch mit den Bernard'schen; sie liegen stets zwischen Muscularis und eigentlicher Mucosa, wie die Brunner'schen und kommen in ausserordentlich grosser Zahl vor. Um sie zur Anschauung zu bringen, bedient man sich am besten der folgenden Methode.

Man schneide ein Stück Duodenum etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll vom Pylorus entfernt heraus und breite es auf einer Glasplatte aus; dann reinige man zunächst die innere Fläche vom anhaftenden Schleim, drehe darauf das Darmstück um und präparire von der äusseren

---

1) Mémoire sur le pancréas. Paris 1856. p. 26. pl. 3 et 4. fig. 6 et 6 bis.

Fläche vorsichtig die Muscularis mit der Serosa ab, was wenigstens zum Theil leicht gelingt. Ist dies geschehn, so ist das Darmstückchen durchsichtig genug, um es unter Zusatz von Jodserum oder einer Kochsalzlösung von ½ % unter dem Mikroskop selbst mit den stärksten Objectiven durchmustern zu können, wobei man gut thut, die Aussenseite des Darmstückchens auf dem Objektträger nach oben zu wenden. Stellt man nun auf die Submucosa ein, so gewinnt man einen überraschenden Anblick. In der ganzen Ausdehnung des Präparats zerstreut sieht man kleine traubige Drüschen, oft dicht an einander liegend, ausgebreitet. Die einzelnen Acini derselben gewähren nun ein höchst zierliches Bild (vergl. Fig. 1). An frischen Präparaten sieht man in den Drüsen-Acinis von Grenzen einzelner Zellen so gut wie gar nichts; ihr Randtheil erscheint eingenommen von einer homogenen klaren Masse, in welcher man im ganz frischen Zustande kaum etwas von Kernen wahrnimmt. Dagegen zeigt das Centrum eines jeden Läppchens ein höchst auffallendes Verhalten. Es findet sich an der Stelle, wo wir den Ausführungsgang des Läppchens zu vermuthen hätten, eine Ansammlung eigenthümlicher gelblich glänzender Körner und von diesem centralen Körnerstreifen zweigen sich nach der Peripherie des Acinus hin Streifen derselben Körnchen ab, sodass dadurch die einzelnen Zellen des Acinus wenigstens nach dem Ausführungsgange zu mehr oder weniger abgegrenzt werden. Liegt das Präparat länger, so treten allmählig an der Peripherie der Läppchen die Kerne der Drüsenzellen deutlich hervor.

Vergleicht man nun mit der eben gegebenen kurzen Darstellung die Beschreibung, welche Langerhans[1]) vom Bau des Pancreas entwirft, so ist man sofort überrascht von der genauen Uebereinstimmung beider und in der That lässt sich auch bei direkter Vergleichung des Pancreas und der eben beschriebenen Drüsen desselben Kaninchens kein Unterschied constatiren. Das Kaninchen besitzt also ausser dem bisher bekannten Pancreas noch sehr zahlreiche kleinere Drüsen von demselben Bau in der Wandung des Duodenum.

Ich habe oben kurz erwähnt, dass diese Drüsen in der Submucosa gefunden werden. Sie liegen hier oft so dicht an einander, dass man glauben könnte, man habe es mit einer flächenhaft in

1) l. c. p. 8 ff.

der Darmwand ausgebreiteten pancreatischen Drüse zu thun. In dieser Ansicht wird man noch bestärkt durch die Betrachtung von Schnitten durch die Häute eines in Alkohol erhärteten Kaninchen-Duodenum. Da sieht man oft an Stelle der Submucosa, dicht unter den Schlauchenden der Lieberkühn'schen Drüsen beginnend und nach aussen bis zur Muscularis reichend, eine einzige zusammenhängende Masse von Drüsen-Alveolen, sodass man hier gewissermassen ein Pancreas zwischen die Darmhäute eingeschaltet findet. Allein dass dem nicht so ist, dass vielmehr eine grosse Zahl kleiner acinöser Drüsen diese vermeintliche einzige flächenhaft ausgedehnte Drüse zusammensetzt, davon überzeugt man sich leicht, wenn man ein solches Darmstück einige Zeit in concentrirte Weinsäure legt. Es treten dann die kleinen Drüsen in dem gallertig gequollenen Gewebe der Submucosa sehr scharf hervor und man erkennt nun, dass sie von den benachbarten durch deutliche Zwischenräume getrennt sind.

In Betreff der Vertheilung der pancreatischen Drüschen über das Duodenum habe ich ermittelt, dass dieselben etwa 1 Ctm. vom Pylorus vereinzelt beginnen, weiter darmabwärts rasch an Zahl zunehmen und bald dicht an einander gelagert erscheinen; dann nehmen sie wieder langsam an Zahl ab und lassen sich bis 50 Ctm. abwärts vom Pylorus verfolgen, wo ich die letzten antraf.

Ueber die Ausführungsgänge dieser so ausgedehnten Darm-Pancreasformation habe ich leider nichts Sicheres feststellen können. Ich habe vergeblich nach grösseren Ausführungsgängen gesucht und, da überdies die Zusammensetzung dieser Schicht aus vielen kleinen traubigen Drüschen ausser allem Zweifel steht, so muss ich annehmen, dass dieselben je mit einem besonderen kurzen Ausführungsgange auf der Oberfläche der Darmschleimhaut ausmünden, der aber an Schnitten durch die Darmwand nicht gut zu erkennen ist, da er ein ganz ähnliches Aussehn wie die Lieberkühn'schen Drüsen darbieten wird.

Nachdem ich nun beim Kaninchen pancreatische Drüsen in den Darmwandungen in so grosser Zahl nachgewiesen hatte, lag es nahe zu vermuthen, es möchte sich der Darm anderer Nagethiere ähnlich wie der Kaninchendarm verhalten. Ich habe deshalb das Duodenum der Ratte, Maus und des Meerschweinchens genau durchmustert, aber in demselben, sowie im übrigen Darme, keine Drüsen gefunden, welche in ihrem Bau mit dem Pancreas zu vergleichen

gewesen wären. Es fanden sich bei diesen Thieren nur in einem kleinen dicht hinter dem Pylorus gelegenen Duodenalstück traubige Drüsen, die nach ihrem Bau als Brunner'sche anzusprechen waren. Weiterhin zeigten sich nur die fundi der Lieberkühn'schen Drüsen dicht an einander gereiht. Ich werde das eigenthümliche Bild, welches dieselben hier darbieten, unten näher besprechen und will hier nur erwähnen, dass ein jeder dieser fundi, da man bei der von mir angewandten Methode die optischen Querschnitte derselben sieht, als ein Kreis erscheint, angefüllt mit einer homogenen klaren Masse, in der man von Zellengrenzen und Kernen nichts erkennt, wohl aber ein kleines centrales Lumen wahrnimmt, um welches herum eigenthümliche Körner gruppirt sind, die oft nach der Peripherie hin sich mehr oder weniger weit zwischen die Zellen erstrecken. (Vergl. Fig. 15.) So kann es kommen, dass man bei oberflächlicher Betrachtung hier ebenfalls Drüsen vom Bau des Pancreas vor sich zu haben meint. Allein eine Vergleichung mit den acinösen Drüsen des Kaninchendarms und Durchschnitte durch die Darmwandungen lehren bald, dass man es in der That nur mit einer Flächenansicht der Enden der hier besonders stark entwickelten Lieberkühn'schen Drüsen zu thun hatte.

Ich erwähnte vorhin, dass sich bei der Ratte, Maus und dem Meerschweinchen Brunner'sche Drüsen vorfinden und zwar nur in der nächsten Nachbarschaft des Duodenum. Ich muss gleich hier bemerken, dass man auch beim Kaninchen solche Drüsen, die sich wesentlich von den zahlreichen pancreatischen unterscheiden, dicht hinter dem Pylorus findet, wo sie am dichtesten stehen und von welcher Stelle aus sie sich, an Zahl rasch abnehmend, 1—1½ Ctm. darmabwärts erstrecken. So kommt es, dass man in einer kurzen Strecke des Duodenum beide Drüsenarten neben einander vorfindet und da kann man sich dann durch direkte Vergleichung von ihrer wesentlichen Verschiedenheit überzeugen.

Wie man aus dem eben Mitgetheilten ersieht, ersetzen die Brunner'schen Drüsen keineswegs durch ein reichlicheres Auftreten die Drüsen vom Bau des Pancreas in den Darmwandungen. Gerade bei der Ratte, Maus und dem Meerschweinchen, wo letztere fehlen, sind die Brunner'schen Drüsen sehr gering entwickelt. Dasselbe gilt für eine Fledermaus (Plecotus auritus). Auffallend ist es aber, dass die genannten Thiere, besonders die Ratte, ausserhalb der Darmwandungen ein relativ weit mächtigeres Pancreas besitzen, wie das

Kaninchen. Während bei letzterem dasselbe grösstentheils zwischen den Mesenterialblättern flach ausgebreitet ist, findet sich bei der Ratte ausser einer ähnlichen flächenhaften Ausbreitung noch ein compacter und in Bezug auf die Körpergrösse voluminöser Theil des Pancreas dicht am Anfangstheile des Duodenum gelegen. So wird durch diese compacte Anhäufung secernirender Elemente einigermassen der Mangel einer Darm-Pancreasformation ersetzt, sodass allen letztgenannten Thieren im Verhältniss zur Körpergrösse annähernd die gleiche Masse Pancreassubstanz zukommen möchte. Der Ort, wo sich dieselbe befindet, scheint dabei von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Ein analoges Verhalten, wie wir es im Kaninchendarm ganz constant finden, zeigt der Darm des Menschen in einigen seltenen Fällen. Solche Fälle sind von Klob[1]) und Zenker[2]) beschrieben und haben diese Forscher die betreffenden abnormen Drüsenkörper als Nebenpancreas bezeichnet. Dieselben sind stets abgeplattet, linsen- bis thalergross und liegen entweder in der Submucosa, wie die von mir beschriebenen Drüsen des Kaninchendarms oder zwischen Muscularis und Serosa, wie die von Cl. Bernard erwähnten kleinen Drüsen. Was ihre Vertheilung über den Darmtractus betrifft, so fand Klob einmal ein Nebenpancreas zwischen Muscularis und Peritonealüberzug des Magens; von den 7 übrigen bekannten Fällen (darunter 6 von Zenker) kommen 4 auf den Anfangstheil des Jejunum, einer auf das Duodenum und nur einmal fand sich ein Nebenpancreas sehr weit unten im Darm, 54 Cm. oberhalb der Cöcalklappe. Zenker hat sich durch die mikroskopische Untersuchung überzeugt, dass diese Drüsenkörper wirklich in ihrem feineren Bau mit dem Pancreas übereinstimmen.

2. Die Brunner'schen Drüsen.

Ueber die Brunner'schen Drüsen des Darmes liegen nicht viel Beobachtungen vor. Nach ihrer Entdeckung durch den schweizerischen Arzt Brunner oder v. Brunn[3]) wurden dieselben von Böhm[4]) kurz beschrieben. Die erste ausführlichere Abhandlung

1) Zeitschrift der Gesellschaft der Wiener Aerzte 1859.

2) Nebenpancreas in der Darmwand. Virchow's Archiv. Bd. 21. 1861.

3) De glandulis in duodeno intestino detectis. Heidelbergae 1687.

4) De glandularum intestinalium structura penitiori. Diss. inaug. Berol. 1835.

über die genannten Drüsen, diejenige, welche auch heute noch das Vollständigste ist, was wir über sie besitzen, ist eine Arbeit von Middeldorpf: Disquisitio de glandulis Brunnianis vom Jahre 1846.

Man findet in ihr eine gute vergleichende Darstellung des Vorkommens und der Verbreitung der Drüsen bei den einzelnen Thieren und macht schon Middeldorpf auf einige auffallende Verschiedenheiten in dieser Beziehung aufmerksam. Auf eine Untersuchung des feineren Baues folgt sodann die Mittheilung einiger physiologischer Experimente, aus welchen jener Forscher den Schluss zieht, dass die genannten Drüsen einen Saft liefern, der zwar Eiweisskörper nicht zu verdauen vermöge, wohl aber Stärke in Zucker umwandle. Später gedenkt Bernard[1]) gelegentlich seiner Untersuchungen über das Pancreas der Brunner'schen Drüsen und kommt dabei zu dem Schlusse, dass dieselben total verschieden sind vom Pancreas, da sie die Eigenschaft des letzteren, neutrale Fette zu spalten, nicht besitzen; sie verhalten sich vielmehr ähnlich wie die Speichel- und Schleimdrüsen. Dieselbe Ansicht, welche Bernard vor allen Dingen auf die chemische Verschiedenheit der Pancreassubstanz und der Substanz der Brunner'schen Drüsen basirt, finden wir nun in den meisten neueren Lehrbüchern der Anatomie und Histologie wieder und zwar finden wir hier besonders die morphologische Aehnlichkeit der Speichel- und Schleimdrüsen mit den Brunner'schen hervorgehoben, so in den Lehrbüchern von Kölliker, Leydig, H. Meyer, während sie Donders, Frey, Henle und Verson[2]) zwar ganz ähnlich beschreiben, sich aber nicht näher darüber äussern, ob sie mit Schleimdrüsen zu vergleichen seien, oder was ihnen sonst für eine Bedeutung zukomme. Nur Hyrtl macht in seinem Lehrbuche der Anatomie die Angabe, dass ihr Sekret dem des Pancreas gleiche und schliesst sich also damit an die Ansicht Brunner's[3]) an, welcher die Schicht der von ihm entdeckten Drüsen geradezu als pancreas secundarium bezeichnet.

Alle bisher genannten Forscher beschreiben unsere Drüsen als acinöse oder traubenförmige. Dieser bisher allgemeinen Annahme gegenüber hat in neuester Zeit Schlemmer[4]) eine Beobachtung

1) l. c. p. 25 und 26.

2) In Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben p. 405.

3) Glandulae duodeni seu pancreas secundarium. Francof. et Heidelb. 1715.

4) Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues der Brunner'schen Drüsen. Sitzungsb. d. Wiener Academie. 60. Band. 1. Abth. Juliheft 1869.

mitgetheilt, der zu Folge die Brunner'schen Drüsen einen tubulösen Bau erkennen lassen. Ueber den feineren Bau der Drüsenzellen äussert sich Schlemmer nicht weiter.

Indem ich nunmehr zur Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen übergehe, hätte ich zunächst einige Worte über das Vorkommen der Brunner'schen Drüsen zur Ergänzung der Middeldorpf'schen Angaben zu sagen. Wie bekannt, finden sich diese Drüsen nur bei den Säugethieren und dem Menschen und zwar in einem je nach der untersuchten Art mehr oder weniger ausgedehnten Abschnitte des Duodenum, unmittelbar hinter dem Pylorus beginnend. Middeldorpf hat bereits auf die grossen Verschiedenheiten aufmerksam gemacht, welche die einzelnen von ihm untersuchten Arten, was Zahl und Verbreitung über den Darm betrifft, zeigen. Er fasst seine Beobachtungen hierüber dahin zusammen, dass er sagt [1]), bei den Pflanzenfressern existiren sie in viel grösserer Zahl, seien sie über ein grösseres Darmstück vertheilt, wie bei den Fleischfressern und bringt dies Verhalten in Beziehung zur Verschiedenheit der Nahrung. Dieser Satz hat jedoch nur beschränkte Gültigkeit. Allerdings zeigen die Wiederkäuer die Schicht der Brunner'schen Drüsen von der beträchtlichsten Flächen- und Dicken-Ausdehnung; aber das omnivore Schwein besitzt ebenfalls eine grosse Menge wohlentwickelter Drüsen. Richtig ist es ferner, dass die Raubthiere (Hund, Katze) die betreffenden Secretionsorgane nur in einem kleinen dicht hinter dem Pylorus gelegenen Abschnitte besitzen, ganz so wie die Fledermäuse (Plecotus auritus) nach meinen und der Maulwurf nach Leydig's [2]) Beobachtungen; allein dasselbe Verhalten zeigen von den Pflanzenfressern die Nagethiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus), bei denen Brunner'sche Drüsen fast noch spärlicher vorhanden sind, wie bei den Fleischfressern. Man ersieht daraus, dass das reichlichere oder spärlichere Vorkommen dieser Drüsen keinesfalls im Zusammenhange steht mit der Art der Nahrung.

Innerhalb der Darmwandungen liegen die Brunner'schen Drüsen bekanntlich in der Schichte lockeren Bindegewebes, welche die eigentliche Schleimhaut von der Muskelhaut trennt und als tunica nervea bezeichnet zu werden pflegt. Bei besonders reichlich ent-

---

1) l. c. p. 14.

2) Histiologie p. 319.

wickelten, dicht an einander gepressten Drüsenkörpern kommt es nicht selten vor, dass Gruppen von Alveolen von der Nervea aus in die Schicht der Lieberkühn'schen Drüsen ziemlich weit hineinragen, wie ich dies beim Schweine gefunden habe und wie es Middeldorpf vom Kalbe abbildet (l. c. fig. IV). Nach aussen reichen die Drüsenkörper in vielen Fällen bis unmittelbar an die Muskelhaut des Darmes, in anderen Fällen sind sie von derselben noch durch eine Schicht lockeren Bindegewebes getrennt. Beim Schwein und bei den Wiederkäuern stehen sie ausserordentlich dicht zusammen und sind leicht aus dem umgebenden Gewebe herauszupräpariren; beim Menschen ist das umhüllende Bindegewebe reichlicher vorhanden und derber. Das beste Mittel, um die Vertheilung und Anordnung der Brunner'schen Drüsen im Darme kennen zu lernen, ist der Holzessig. Man schneide zu diesem Zwecke das Duodenum vom Pylorus beginnend parallel seiner Längsaxe in Streifen und lege dieselben in die genannte Flüssigkeit. Nach einigen Tagen erkennt man dann an den Schnittstellen ohne grosse Mühe mit blossem Auge die braun gefärbten Drüsenkörperchen, wie sie sich von dem glasig gequollenen Gewebe der Nervea scharf abzeichnen und kann nun leicht ihre weitere Vertheilung darmabwärts studiren. Man kann die betreffenden Darmstücke später in absolutem Alkohol erhärten und Schnitte davon anfertigen, welche sehr klare Bilder geben.

Ausführungsgang; allgemeine Anordnung der secernirenden Fläche.

Schnitte von Holzessig-Alkohol-Präparaten eignen sich aber wenig zur Demonstration der Ausführungsgänge der Brunner'schen Drüsen, da alle drüsigen Theile sich an ihnen gleichmässig braun gefärbt zeigen, sodass man innerhalb der Schicht der Lieberkühn'schen Drüsen den Ausführungsgang einer Brunner'schen Drüse von einem Lieberkühn'schen Schlauche kaum unterscheiden kann. Um beider Unterschiede hervortreten zu lassen, bedient man sich am besten der einfachen Erhärtung in Alcohol absolutus und färbt die Schnitte mit Karmin. An solchen Präparaten unterscheiden sich, wie ich hier gleich anführen muss, die Zellen der Brunner'schen Drüsen von den Zotten-Epithelien und dem Epithel der Lieberkühn'schen Schläuche auffallend genug durch die verschiedengradige Karminfärbung. Während die erstgenannten abgesehen von den

stets roth erscheinenden Kernen nur blass rosa gefärbt werden, nehmen die beiden letzterwähnten Zellenarten eine sehr intensiv rothe Farbe an, ein Unterschied, den bereits Schlemmer erwähnt[1]). Man bemerkt nun bei der Durchmusterung einer Reihe so behandelter Schnitte innerhalb der intensiv gefärbten eigentlichen Mucosa schwach gefärbte Stellen von zweierlei Art, theils Haufen von Alveolen, die ganz denen der in der Nervea eingebetteten Brunner'schen Drüsen gleichen und deren Vorkommen bereits oben erwähnt wurde, theils begegnet man an den entsprechenden Stellen matt roth gefärbten Schläuchen, die sich nach der Submucosa zu direct je mit einer Brunner'schen Drüse in Verbindung setzen, nach der Oberfläche der Schleimhaut zu parallel den Lieberkühn'schen Drüsen oder leicht schräg gerichtet sind und sich in der Mitte der Mucosa propria zu verlieren scheinen. Wenigstens tritt hier an Stelle des hell gefärbten Schlauches ein intensiv roth gefärbtes Schlauchstück. Das Epithel der schwach gefärbten in der Schicht der Lieberkühn'schen Drüsen gelegenen Schläuche stimmt nun in allen Stücken mit dem der Drüsen-Alveolen überein[2]), sodass hier dieselben secernirenden Elemente den Alveolen, wie dem Ausführungsgange zukommen. Erst von der Mitte der Schicht der Lieberkühn'schen Drüsen an treten an Stelle der hellgefärbten Drüsenzellen intensiv roth gefärbte, den Zottenepithelien gleichende, sodass man hier den Ausführungsgang nicht mehr von den angrenzenden Schläuchen unterscheiden kann. Ueberhaupt bedarf man einer ansehnlichen Menge von Schnitten, um die beschriebenen Verhältnisse zur Anschauung zu bringen; nie gelang es mir aber, so deutliche Bilder zu erhalten, wie sie Middeldorpf in Fig. I, X und XI seiner Abhandlung darstellt.

In seltenen Fällen schon innerhalb der Schleimhaut, constant aber gleich bei seinem Eintritt aus der Mucosa in die Nervea zeigt sich der Ausführungsgang umgeben von den Drüsenalveolen, deren Anordnung und Verbindung mit dem Ausführungsgange wir nun kennen lernen müssen. Schlemmer ist bei der Untersuchung von Schnitten durch die in absolutem Alkohol erhärteten Darmwandungen zu dem Resultate gelangt, dass die Brunner'schen Drüsen keinen acinösen, sondern vielmehr einen tubulösen Bau besitzen.

---

1) l. c. p. 4.

4) vergl. die gleichlautende Angabe von Schlemmer l. c. p. 3.

In der That gelingt es schon mittelst dieser Methode leicht, sich die Ueberzeugung zu verschaffen, dass die Brunner'schen Drüsen nicht in das gewöhnliche Schema der acinösen Drüsen hineinpassen und empfehle ich in dieser Beziehung Schnitte durch die betreffenden Drüsen des Hundes. Allein Schnittpräparate können immer nur eine unvollständige Einsicht in den Bau massiger Drüsenkörper gewähren; ich habe deshalb mich noch anderer Methoden bedient, um die Anordnung der secernirenden Fläche innerhalb der Drüsenkörper möglichst genau feststellen zu können. Bei kleineren Thieren z. B. beim Kaninchen gelingt es sehr leicht, die Anordnung der secernirenden Fläche zur Anschauung zu bringen, wenn man ein dem Pylorus benachbartes frisches Duodenalstück auf dem Objektträger ausbreitet und nach Zusatz von Kalilauge unter dem Mikroskop betrachtet. Die Brunner'schen Drüsen erscheinen dann als aufgewickelte tubulöse Drüsen etwa in der Weise, wie die Schweissdrüsen, aber mit dem wichtigen Unterschiede, dass der sich auf die mannigfachste Weise krümmende Drüsenschlauch während seines Verlaufes zahlreiche sich wieder verästelnde und krümmende Seitenzweige abgibt, deren Windungen so in einander greifen, dass ein fast unentwirrbarer Knäuel daraus resultirt.

Bei grösseren Thieren lässt sich die eben erwähnte Methode natürlich nicht ausführen, da die einzelnen Drüsen viel zu voluminös sind. Ich habe deshalb hier die Behandlung der Drüsen mit concentrirter Salzsäure, wie sie ja für die Isolation dar Harnkanälchen schon längst gebräuchlich ist, in Anwendung gebracht, ohne allerdings bei unseren Drüsen damit so schöne Präparate gewinnen zu können, wie man sie von den Nierenkanälchen erhält. Es gelingt zwar leicht, einen ganzen Drüsenkörper unversehrt auf den Objektträger zu bringen und sich so von seiner Zusammensetzung aus secundären und tertiären Läppchen zu überzeugen; der Ausführungsgang der Drüse zeigt sich dabei stets an der Grenze der Nervea und von der Schicht der Lieberkühn'schen Drüsen abgerissen. Will man nun aber den Verlauf der einzelnen Drüsenkanäle innerhalb der kleineren Läppchen verfolgen, so stösst man auf grosse Schwierigkeiten. Man muss zu diesem Zweck natürlich die undurchsichtigen Drüsenkörper zerkleineren; am vorsichtigsten geschieht dies durch leichtes Schütteln einer Drüse in einem Wassertropfen auf dem Objektträger. Aber selbst nach Anwendung dieser vorsichtigen Behandlungsweise erhält man ebenso wie nach ein-

fachem Zerzupfen der Drüse nur mehr oder weniger lange Bruchstücke der Schläuche und ihrer Verästlungen. Immerhin genügt aber die Betrachtung dieser Bruchstücke, um sich ein Bild vom gröberen Bau der Brunner'schen Drüsen construiren zu können. Ich habe denselben vorzugsweise beim Menschen und Schwein studirt und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt.

Eine jede Drüse zeigt zunächst eine Sonderung in eine je nach ihrer Grösse verschieden grosse Zahl von Drüsenläppchen, deren jedes wieder eine Zusammensetzung aus secundären und tertiären Läppchen erkennen lässt. Einem jeden der letzteren gehört ein Ast des Ausführungsganges an, der nun innerhalb eines jeden Läppchens einen äusserst complicirten Verlauf besitzt, indem er in zahlreichen Windungen das Innere desselben durchsetzt. Diese Windungen sind dreierlei Art und kommen alle drei Arten stets zusammen vor. Die erste derselben kann man als Schlängelung des Drüsenschlauchs bezeichnen: der letztere macht nämlich während seines ganzen Verlaufes zahlreiche, kurze, alternirend nach der einen und der anderen Seite gerichtete Krümmungen der Art, dass den Convexitäten des einen Seitencontours Concavitäten des anderen und umgekehrt entsprechen (s. Fig. 4 und 5). Man könnte dies Verhalten auch so ausdrücken, dass man sagt, der annähernd gerade verlaufende Schlauch sei alternirend mit buckelförmigen Ausbuchtungen versehen. In der That präsentiren sich in vielen Fällen diese Ausbuchtungen des Schlauches als kurze Seitenäste und können in diesem Falle als Seitenblasen bezeichnet werden (Fig. 3 in d, Fig. 4 b, b). Die zweite Art der Windungen, welche vor allen Dingen den Verlauf der Schläuche so complicirt macht, ist eine mehr oder weniger vollständige Drehung um die Längsaxe (Fig. 4 bei c, Fig. 6), die, wenn sie sich innerhalb einer grösseren Strecke des Schlauches dicht hintereinander wiederholt, eine förmliche Knäuelung herbeiführen kann; innerhalb des Knäuels zeigt dann der Schlauch wieder die gewöhnlichen Seitenbuckel und Seitenblasen. Die letzte Art der Windungen wird endlich durch die grösseren Biegungen und Knickungen des Schlauches repräsentirt (Fig. 4).

Während seines so complicirten Verlaufes gibt nun aber ein jeder der beschriebenen Schläuche abgesehen von den Seitenblasen noch längere und kürzere Seitenzweige ab, deren Durchmesser dem des ersten Schlauches vollkommen gleich ist und die nun ganz ähnliche Windungen machen. Letztere machen das Gewirr namentlich

dadurch noch grösser, dass sie sich zwischen die Windungen des Haupt-Läppchenschlauches hineinschieben, sich mit ihnen durchflechten. Schliesslich enden alle Schläuche eines Läppchens blind, aber nicht einfach, sondern der Art, dass sich ein jeder derselben in zwei oder drei blindgeschlossene kurze Endsäckchen theilt, die ich als Endblasen bezeichnen will. Dieselben erhalten eine Fortsetzung des Schlauchlumens, die beim Menschen und Schwein nur wenig weiter als das Schlauchlumen ist. Die gewöhnliche Lage dieser Endblasen scheint die an der Oberfläche des Läppchens zu sein. Was ihre Gestalt betrifft, so sind sie meist ebenso lang wie breit (Fig. 3 a, b, d); in anderen Fällen ist ihre Länge eine bedeutendere und man muss sie dann als Endschläuche bezeichnen. Solche finden sich z. B. ziemlich regelmässig in der Peripherie platter linsenförmiger Brunner'scher Drüsen, wie sie bei geringer Entwicklung der Nervea vorkommen (vergl. Fig. 3 e), während die mehr traubenförmig gestalteten Drüsen kürzere Endblasen besitzen.

Ich sagte oben, dass das Lumen der Endblasen beim Menschen und Schwein ein wenig weiter ist, als das des benachbarten Schlauchstückes. Da die das Lumen umgebenden Drüsenzellen in den Endblasen dieselbe Höhe wie in den Schläuchen besitzen, so ist demgemäss auch der Durchmesser der Endblasen ein wenig grösser, als der der Schläuche. Auffallender zeigen dies Verhalten die Brunner'schen Drüsen des Hundes, deren vielfach gewundene Schläuche in breitere und mit auffallend grossem Lumen versehene Endblasen übergehen. Diese Endblasen könnte man dann als Alveolen oder Acini bezeichnen. Was auf Durchschnitten als Drüsenalveolen erscheint, lässt sich jedoch auf ganz verschiedene Dinge zurückführen; denn erstlich werden die Durchschnitte der End- und Seitenblasen in den meisten Fällen als kreisförmig geschlossene Figuren erscheinen; ferner werden viele Schnitte durch die seitlichen Buckel der Schläuche ebenfalls wie Alveolen-Querschnitte aussehen und endlich werden den letzteren die Schlauch-Querschnitte täuschend gleichen, da ja das Schlauchepithel identisch ist mit dem die Seiten- und Endblasen ausfüllenden. So werden wir dann bei den verschiedensten Schnitten durch eine Brunner'sche Drüse stets eine überwiegende Zahl von Alveolen wahrnehmen und zwischen diesen zerstreut nur kurze mit demselben Epithel ausgekleidete Schlauchstückchen. Die zahlreichen Windungen der Schläuche machen es ja unmöglich, dieselben auf eine längere Strecke in den Schnitt zu bekommen. Dies

muss ich ausdrücklich bemerken, da die beiden Abbildungen von Schlemmer, welche reichlich längsgetroffene Schläuche darstellen, eine irrige Vorstellung erwecken könnten. Nur den aus den secundären Schläuchen sich entwickelnden zum Ausführungsgang werdenden Schlauch sah ich ziemlich gerade zur Schicht der Lieberkühn'schen Drüsen aufsteigen. Er zeichnet sich gewöhnlich durch eine grössere Breite vor den übrigen aus.

Sollen wir nun die Brunner'schen Drüsen einfach als tubulöse Drüsen bezeichnen, wie dies Schlemmer vorschlägt? Wir können dies thun, uns berufend auf die Schlauchstruktur derselben, dürfen uns aber dabei nicht verhehlen, dass die genannten Drüsen manche Eigenthümlichkeiten zeigen, welche sie den acinösen Drüsen wieder näher bringen. So kann man die End- und Seitenblasen recht wohl den Alveolen der letzteren an die Seite stellen und würden sich dann die Brunner'schen Drüsen hauptsächlich dadurch von den acinösen unterscheiden, dass ihre Ausführungsgänge dasselbe Epithel tragen wie die End- und Seitenblasen, während das Epithel der Ausführungsgänge der echten acinösen Drüsen sich beträchtlich von den Alveolenzellen unterscheidet. Nach allem können wir sagen, dass die Brunner'schen Drüsen einen Bau besitzen, welcher Charaktere der acinösen und tubulösen Drüsen vereinigt zeigt, sie gewissermassen als Zwischenformen zwischen beiden Drüsengruppen erscheinen lässt. Ich habe bisher ihre den Alveolen entsprechenden Theile mit dem indifferenten Namen der End- und Seitenblasen bezeichnet; ich werde mich nun in der Folge wieder des gebräuchlicheren Namens der Alveolen oder Acini auch für unsere Drüsen bedienen können.

Feinerer Bau der Drüsenzellen.

Schlemmer bezeichnet das Epithel der Brunner'schen Drüsen kurz als ein cylindrisches, dessen Kerne sich am äusseren der Membrana propria zugekehrten Zellenende befinden und dessen Zellsubstanz sich durch Karmin nur schwach färbt. Ich habe bei meinen Untersuchungen über die betreffenden Structurverhältnisse einen besonderen Werth darauf gelegt, die frischen Drüsenzellen zu studiren. Da nun aber die frischesten menschlichen Duodena, welche ich erhalten konnte, bereits 12 Stunden alt waren, so sah ich mich genöthigt, diese Studien zunächst an den Brunner'schen Drüsen des

Schweines anzustellen, die sich von allen von mir untersuchten denen des Menschen am ähnlichsten verhalten.

Bringt man ein Stückchen einer solchen Drüse ganz frisch in Jodserum oder Kochsalzlösung von $1/2$ % auf den Objektträger und betrachtet nun solche Alveolen, welche noch ganz von ihrer glatt sich an die Drüsenzellen anschmiegenden Membrana propria umschlossen sind, so erkennt man noch keine Andeutung von Zellengrenzen innerhalb der Alveolen. Die ganze Blase wird von einer dichten Masse rundlicher matt glänzender Körner erfüllt, die weder die Kerne der Drüsenzellen noch den centralen Hohlraum des Alveolus erkennen lassen. Erst nach einiger Zeit bemerkt man auf der Oberfläche der Alveolen von hellen Linien eingeschlossene polygonale Figuren, von deren Ecken sich ähnliche Linien gerade durch die Zellsubstanz hindurch zum Lumen verfolgen lassen. Ich werde unten ausführlich auf die Bedeutung dieser Linien zurückzukommen haben, bemerke aber gleich hier, dass dieselben nicht etwa der optische Ausdruck feiner den Drüsenzellenhaufen in einzelne Zellen zerlegender Membranen sind, sondern dass sie ein feines Kanalsystem repräsentiren, welches den Drüsenzellenhaufen durchsetzt. Zugleich mit den erwähnten Kanälchen werden nun an einigen Stellen, besonders deutlich an den Rändern des Alveolus, Kerne deutlich, die durch ihre sonderbare Gestalt ausgezeichnet sind. Während sie nämlich in der Flächenansicht kreisrund erscheinen, zeigen sie sich in der Profilansicht halbmondförmig, die convexe Seite des Halbmonds der Membrana propria, die concave dem Innern des Alveolus zukehrend. In wie weit die beschriebene Gestalt den während des Lebens vorhandenen Formverhältnissen entspricht, kann ich nicht entscheiden, da ja Kerne in ganz frisch untersuchten Drüsenblasen überhaupt nicht wahrgenommen werden konnten. Ich kann also nur aussagen, dass die Kerne der Drüsenzellen des Schweines die beschriebene Form zeigen, sobald sie überhaupt an frisch in indifferenten Flüssigkeiten untersuchten Alveolen zur Beobachtung kommen. Sie erscheinen dann zugleich stets homogen, ohne Spur von körnigen Niederschlägen.

Sucht man nun durch Zerzupfen frischer Drüsenstückchen in indifferenten Flüssigkeiten die Drüsenzellen zu isoliren, so gelingt dies nur höchst unvollständig. Man erhält meistens die Zellen eines Alveolus als eine zusammenhängende von der Membrana propria entblösste Masse, in der zunächst wieder der Reichthum an den

erwähnten kleinen Körnern auffällt (Fig. 2). Solche Zellenhaufen lassen ferner nach aussen keine scharfe Begrenzung erkennen, die etwa auf Zellmembranen zu beziehen wäre. Ebensowenig sieht man aber in ihrem Inneren Zellengrenzen oder auch nur Andeutungen eines Zerfalls in Zellen. Bei Einstellung auf die Oberfläche ist nichts von den erwähnten polygonalen Figuren zu sehen. Nur die Existenz von Kernen, welche ziemlich regelmässig auf der Oberfläche des Haufens vertheilt liegen, deutet auf eine Zusammensetzung aus Zellen hin. Die Kerne zeigen in diesem Falle aber eine andere Gestalt: sie sind biconvexe kreisrunde oder ovale Scheiben und durch einzelne Körnchen im Innern getrübt. Wahrscheinlich ist eine leichte Quellung die Ursache dieser Formveränderung der Kerne; eine solche Quellung wird auch bei vorsichtigster Wahl der Zusatzflüssigkeit nicht ausbleiben und betrifft auch die die Körner verbindende Substanz des Drüsenzellenhaufens in geringem Masse, indem die peripherisch gelegenen Körner mehr auseinander gerückt erscheinen, als die im Innern des Haufens befindlichen. Besonders sind kleinere abgelöste Stückchen Quellungserscheinungen ausgesetzt.

Die eben beschriebenen frisch aus der Membrana propria isolirten Drüsenzellenhaufen dienten nun zunächst dazu, die Einwirkung einiger Reagentien auf die frische Drüsenzellsubstanz zu studiren.

Auf Zusatz von Essigsäure werden, wie überall, so auch hier die Kerne sehr deutlich und bildet sich in ihnen ein körniger Niederschlag. Die in die Zellsubstanz eingebetteten Körnchen verblassen rasch und werden schliesslich ganz unsichtbar. Während nun durch dies Verhalten der Körner eine bedeutende Aufhellung der Zellsubstanz erzielt wird, tritt andererseits wieder eine Trübung derselben dadurch ein, dass auf Essigsäure-Zusatz in ihr ein feinkörniger Niederschlag entsteht, der in concentrirter Essigsäure sich nicht wieder löst. Jedoch erscheinen die Zellen trotz dieses Niederschlages noch heller, als im frischen Zustande, da ja die Körner verschwunden sind. Man erkennt deshalb jetzt auch in der feinkörnig getrübten Substanz leicht einige kleine glänzende Körnchen, die ich für Fettkörnchen halte.

Auf Zusatz von Kalilauge zu einem frischen Drüsenzellenhaufen quillt derselbe stark unter bedeutender Aufhellung seiner Substanz; letztere wird wieder dadurch bedingt, dass die Körner ver-

blassen und schliesslich unsichtbar werden. Hat man sehr verdünnte Kalilauge einwirken lassen, so kann man durch vorsichtiges Auswaschen des Präparats mit Wasser die Körner wieder sichtbar machen; letztere erscheinen dann als kleine äusserst blasse Kreise, die aber in der gequollenen Grundsubstanz weiter von einander abstehen, als im frischen Zustande. Fettkörnchen werden ebenfalls sehr deutlich sichtbar. Die Veränderungen des Kerns sind nur bei vorsichtigem Zusatz dünner Kalilauge zu studiren. Er schwillt dabei zu einer blasscontourirten homogenen Kugel an, die bei stärkerer Einwirkung des Alkali ziemlich plötzlich verschwindet. Eine eigenthümliche Anordnung zeigt die Drüsenzellsubstanz auf Zusatz von Kalilauge, wenn sie noch von der Membrana propria umschlossen ist. Der Alveoleninhalt erscheint dann eigenthümlich streifig angeordnet; Kern und Körner verhalten sich wie vorhin. Schliesslich zerreisst die Membrana propria in Folge der eingetretenen Quellung der von ihr eingeschlossenen Substanz und es wird nun der Inhalt des Alveolus durch die entstandene Oeffnung der Propria als eine feinstreifige in der umgebenden Flüssigkeit sich alsbald büschelförmig ausbreitende Substanz entleert. Bei längerer Einwirkung des Reagens schwindet schliesslich auch die streifige Beschaffenheit wieder. Ganz ähnliche Veränderungen sah ich nach Anwendung anderer Alkalien, besonders des Ammoniaks, in den Alveolen eintreten.

Von Mineralsäuren habe ich die Einwirkung der Salzsäure auf die Zellsubstanz der Brunner'schen Drüsen studirt. Die genannte Säure trübt in jeder Concentration die Zellsubstanz, besonders aber wenn sie concentrirt in Anwendung gebracht wird. Eine mässige Trübung der Drüsenzellen tritt ferner ein beim Kochen der Drüsen. Diese Verdunkelung der Substanz rührt aber nicht her vom Entstehen eines feinkörnigen Niederschlags, wie nach der Einwirkung der Essig- oder Salzsäure, sondern wird lediglich durch eine Vermehrung der Körner bedingt, indem sich neben den ursprünglichen Drüsenkörnern kleine homogene Kügelchen von verschiedener Grösse abgeschieden haben.

Im Innern der die Drüsenzellenmasse durchsetzenden oben erwähnten Kanälchen findet man ebenfalls Niederschläge, auf deren Natur ich unten zurückkommen werde.

Wasser hellt bei längerer Einwirkung den Inhalt der Alveolen bedeutend auf, was auf eine Quellung der Grundsubstanz und ein

Verblassen der darin eingebetteten Körnchen zurückzuführen ist, ohne dass letztere jedoch sich dabei lösten. Die Kerne erscheinen ausserordentlich klar, homogen und kugelrund, die dem Kanälchennetz entsprechenden polygonale Figuren einschliessenden Linien an der Oberfläche der Alveolen sind sehr deutlich. Auf Zusatz von Glycerin tritt eine noch grössere Aufhellung ein, indem ein Theil der Körner nach längerer Einwirkung der genannten Flüssigkeit sich löst.

Endlich noch einige Worte über das Verhalten der einzelnen Zellentheile zu färbenden Substanzen. Jod in (Jodkalium gelöst) färbt die Zellkerne intensiv braungelb; dieselben erscheinen dabei kuglig und homogen. Die Zellsubstanz dagegen färbt sich nur hellgelb, aber in durchaus gleichmässiger Weise, während die in ihr eingebetteten Körner sich gar nicht zu färben scheinen. Ganz ähnlich verhalten sich die einzelnen Bestandtheile der Zellen bei Tinctionsversuchen mit karminsaurem Ammoniak. Während die Kerne intensiv roth gefärbt werden, nimmt die Grundsubstanz der Zellen nur eine hellrosa Farbe an; die Körner färben sich gar nicht.

Weitere Aufschlüsse über den Bau der Drüsenzellen erhält man durch die Untersuchung derselben im isolirten Zustande. Eine Isolation gelingt hier, wie bei allen Drüsen, leicht durch Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit oder dünnen Chromsäurelösungen.

Untersucht man noch unversehrte Alveolen von Drüsen, die in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt waren, so bemerkt man sofort sehr leicht dicht unter der Membrana propria die Kerne der einzelnen Zellen, deren je einer in einer Masche des polygonalen Kanälchennetzes der Oberfläche liegt. Isolirt man nun durch Zerzupfen der Alveolen die Zellen, am besten unter Zusatz halb mit Wasser verdünnter Müller'scher Flüssigkeit, so erscheinen dieselben als cylindrische Gebilde, oft mit scharfen Seitenkanten versehen; am peripherischen Ende tragen sie den in der Seitenansicht elliptisch erscheinenden körnig getrübten Kern. Der letztere wird nach aussen häufig noch von einer dünnen Lage von Zellsubstanz überzogen, die aber an dieser Stelle homogen, ohne Körnchen erscheint. Der übrige Theil des Zellkörpers ist mit hellen Körnern erfüllt, die sich etwas anders verhalten, als die frischer Zellenhaufen. Während letztere nämlich kuglig oder ovoid und fast

alle von gleicher Grösse sind, besitzen die Körner der durch die Müller'sche Flüssigkeit isolirten Zellen eine sehr verschiedene Grösse und sind oft auffallend eckig. Ueberdies lösen sie sich nicht in Essigsäure, sondern leisten vielmehr der Einwirkung dieses Reagens energischen Widerstand. Zerzupft man nun die Acini statt in halb verdünntem liquor Mülleri in Wasser, so zeigen die isolirten Zellen fast sämmtlich Quellungserscheinungen. Die Zellen nehmen an Umfang beträchtlich zu, erscheinen nicht mehr regelmässig cylindrisch, sondern unregelmässig polyedrisch; namentlich fällt es auf, dass ihr centrales dem Lumen des Alveolus zugekehrtes Ende bedeutender anschwillt, als das periphere Kerne tragende Ende, das fast unverändert bleibt (vergl. Fig. 7 b und d). Dies Verhalten lässt darauf schliessen, dass um den Kern herum die Zellsubstanz dichter, weniger quellbar ist, als am entgegengesetzten Ende der Zelle. Bei der Quellung wird auch eine eigenthümliche Art der Vertheilung der Körner sichtbar. Sie erscheinen häufig innerhalb der Zellsubstanz in Linien angeordnet, welche polygonale Figuren bilden, körnerfreie Maschen zwischen sich lassend (s. Figur 7 b). Solche Zellen erinnern auffallend an Abbildungen, welche Pflüger[1]) von den Drüsenzellen der Leber gibt. In manchen Fällen zeigen sich die Körner noch verbunden durch Stränge einer zarten Substanz, die etwas dichter erscheint, als die in den Maschenräumen befindliche.

Ein ganz besonderes Interesse muss nun ferner die Untersuchung der Ränder und Flächen der auf die beschriebene Weise isolirten Zellen in Anspruch nehmen. Diese lehrt zunächst, dass eine Zellmembran nicht existirt. Gegen die Existenz einer solchen sprach bereits das Verhalten der im frischen Zustande aus den Alveolen entleerten Zellenhaufen, die aus innig verschmolzenen Zellen ohne Spur trennender Membranen bestehen. Nun bemerkt man zwar bei Profilansicht nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit isolirter Drüsenzellen sehr häufig, namentlich am Kernende und den in natürlicher Lage den Nachbarzellen zugekehrten Seiten, sehr scharfe Contouren (Fig. 7 a, c, d); zuweilen erscheinen dieselben auch an der dem Lumen zugekehrten Seite (Figur 7 d);

1) Ueber die Abhängigkeit der Leber von dem Nervensystem. Pflüger's Archiv Bd. II Fig. 2.

es lässt sich aber in allen Fällen leicht zeigen, dass dieselben nicht der Ausdruck einer umhüllenden Zellmembran sein können. Zunächst fällt es nämlich auf, dass fast keine Zelle vollständig von einem scharfen Saume umzogen wird; es fehlen vielmehr fast immer einige Stücke desselben, besonders häufig an der dem Drüsenlumen zugekehrten Seite. Rollt man nun unter dem Deckgläschen die Zellen vorsichtig um ihre Längsaxe, so sieht man sehr deutlich, dass diese scharfen Linien durchaus nicht Durchschnitte einer Membran, sondern wirklich nur schmale auf der Oberfläche der Zelle aufliegende Streifen einer homogenen glänzenden Substanz darstellen. Ebenso stellt es sich heraus, dass die Linien, welche zuweilen an isolirten Zellen einen peripheren oder centralen Abschluss der Zellsubstanz bilden, ähnliche schmale Streifen homogener glänzender Substanz sind, welche den Rändern dieser Zellen-Endflächen sich anschmiegen. Die erwähnten Streifen sind überall von messbarer Breite und zerbröckeln sehr leicht, sodass man sie selten unversehrt einen ganzen Seitenrand einer Zelle einnehmen sieht, sondern meist nur Rudimente davon in Gestalt verschieden langer glänzender homogener Stäbchen der Zellenoberfläche anhaftend wahrnimmt (Fig. 7 b und e). Die kleinsten dieser Stäbchen gleichen ganz den eckigen Körnern im Innern der Drüsenzellen aus Müller'scher Flüssigkeit, und vermochte ich überhaupt keinen chemischen und physikalischen Unterschied zwischen den auf der Oberfläche der Zellen befindlichen leicht zerbröckelnden Streifen und den Körnern im Innern der Zellen aufzufinden. Die grosse Resistenz gegen Essigsäure zeigen die Streifen der Oberfläche in nicht minderem Masse, wie die Körner.

Für die Drüsenzellen, welche nach Maceration in Chromsäurelösungen von $^{1}/_{30}$ % isolirt wurden, gilt nun, was die Zellsubstanz, Körner und Streifen der Oberfläche betrifft, dasselbe wie für die Zellen aus Müller'scher Flüssigkeit. Nur der Kern verhält sich wesentlich anders; er erscheint in den Chromsäure-Präparaten nicht körnig und ellipsoidisch, sondern homogen und kuglig (Fig. 8 b).

In den Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit oder Chromsäure-Lösungen traf ich nun sehr häufig Zellformen denen vergleichbar, welche Heidenhain[1]) aus den Speicheldrüsen beschreibt und

1) Beiträge zur Lehre von der Speichelabsonderung. Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. 4. Heft p. 12 u. 13.

abbildet und Boll[2]) bestätigend erwähnt. Diese Zellen sind in der Profilansicht ausgezeichnet durch einen spitzen schnabelförmigen Fortsatz, welcher von der Gegend des Kernes senkrecht zur Längsaxe der Zelle abgeht, sich dicht unter der Membrana propria haltend; so kommt es, dass er sich dachziegelförmig über die peripherische Fläche der anstossenden Zelle hinüberlegt (s. Figur 8 a); diese schickt wieder einen ähnlichen Fortsatz über die folgende hinaus u. s. f.

Nur in der Seitenansicht zeigen indessen die Fortsätze die abgebildete Gestalt. Um ihre wahre Natur zu erkennen, wird es nothwendig, sich eine Flächenansicht der peripherischen Endfläche isolirter Zellen zu verschaffen. Dann erscheinen die erwähnten Fortsätze als breite schuppenförmige dünne Platten, die sich über einen mehr oder weniger grossen Theil des peripherischen Endes der Nachbarzellen hinüberlegen. Weil sie bei der Flächenansicht zart und glanzlos erscheinen, werden sie leicht übersehen, besonders dann, wenn sie noch Nachbarzellen decken; erst durch Rollen der betreffenden Zellen oder Zellengruppen unter dem Deckgläschen überzeugt man sich, dass die zarten schuppenförmigen Fortsätze der Flächenansicht vollständig den schnabelförmigen Fortsätzen der Seitenansicht entsprechen. In allen Fällen erscheinen diese Fortsätze homogen, ohne Körnchen, in der Seitenansicht oft so glänzend, wie die Zellkerne; oft zeigte sich sogar die Grenze zwischen Fortsatz und Kern verwischt (Figur 8 a), sodass es den Anschein hat, als werde der Fortsatz vom Kerne gebildet. Er nimmt dann, wie bereits Heidenhain bemerkt, bei der Karmintinction die intensiv rothe Farbe des Kerns an. In anderen Fällen habe ich jedoch den Kern scharf vom Fortsatze abgegrenzt gefunden.

Es fragt sich nun, ob wir in den eben beschriebenen Zellenformen etwas den natürlichen Verhältnissen Entsprechendes vor uns haben.

Diese Frage glaube ich einfach bejahen zu können. Denn nach Anwendung einer ganz anderen Methode, welche geeignet ist, eiweisshaltige Formenelemente in ihrer natürlichen Gestalt isolirt

---

1) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869 p. 28.

zur Anschauung zu bringen, nämlich nach Behandlung der Brunner'scher Drüsen mit Kalilauge von 35 %, habe ich ganz entsprechende schuppenförmige zarte Fortsätze bei einer noch grösseren Zahl von Zellen wahrgenommen. An einer Präexistenz dieser Fortsätze dürfte also wohl kaum noch zu zweifeln sein. Dass man an frischen Präparaten nichts von ihnen sieht, ist erklärlich genug, wenn man bedenkt, dass da die Zellen eine zusammenhängende Masse bilden. Anders steht es freilich mit der Frage, ob allen Drüsenzellen der Brunner'schen Drüsen die Fortsätze zukommen, oder ob nur einzelne dadurch ausgezeichnet sind. Mit Rücksicht hierauf lässt sich zunächst aussagen, dass die Zellen mit Fortsatz sich von den anderen derselben Drüsen, abgesehen vom Fortsatz, in nichts unterscheiden. Ferner steht die Thatsache fest, dass man, je schonender die Zellen behandelt werden, desto mehr mit Fortsätzen versehene antrifft; so nach Behandlung mit Kalilauge von 35 %, wo die Zellen leicht auseinander fallen, während man die mit Müller'scher Flüssigkeit oder Chromsäure behandelten Drüsen sorgfältig zerzupfen muss, um die Zellen zu isoliren. In letzterem Falle werden die zarten Fortsätze bei der Isolation leicht abbrechen.

Aber auch noch auf eine andere Weise können die Zellenfortsätze unsichtbar werden. Es wurde bereits oben erwähnt, dass die Zellen aus Müller'scher Flüssigkeit in Wasser Quellungserscheinungen zeigen. Untersucht man solche Präparate, so wird man die isolirt liegenden Zellen verunstaltet finden; sie haben ihre cylindrische Gestalt verloren und von einem Fortsatz ist nichts mehr zu erkennen. Dass in der That die Untersuchung in Wasser der Beobachtung von Zellenfortsätzen hinderlich ist, beweist der Umstand, dass letztere bei der Anwendung verdünnter Müller'scher Flüssigkeit als Zusatzflüssigkeit viel zahlreicher beobachtet werden. Nach Allem bin ich geneigt, die beschriebenen Fortsätse allen Zellen zuzuerkennen, wobei ich jedoch die Möglichkeit nicht in Abrede stellen will, dass die Fortsätze eine verschiedene Länge besitzen können.

Der feinere Bau der Zellen der Brunner'schen Drüsen stellt sich nun nach den bisher gemachten Angaben folgendermassen heraus. Im frischen Zustande kann man an einer jeden Zelle (resp. Zellenterritorium) drei verschiedene Bestandtheile wahrnehmen: den Kern, die homogene Grundsubstanz der Zelle und die darin

eingebetteten Körner. Ueber die Beschaffenheit des Kerns habe ich keine genaueren Studien gemacht. Es folgt aus den obigen Angaben, dass derselbe zum grössten Theile aus einer (oder mehreren?) eiweissartigen Substanz besteht. Die Zellgrundsubstanz muss man sich dagegen nach meinen Untersuchungen zusammengesetzt denken aus einem Gemenge von mindestens drei chemisch differenten Körpern, von denen zwei in annähernd gleichartigem Gemenge die Grundlage der Zelle bilden, die dritte dagegen darin unregelmässig vertheilt ist. Die beiden gleichartig gemengten Substanzen zeigen ein dichteres Gefüge ihrer Theilchen in der Umgebung des Kerns, während sie nach der entgegengesetzten Seite hin lockerer angeordnet sind. Es sind dies eine eiweissartige Substanz (Beweis: Niederschlag durch concentrirte Mineralsäuren, Färbung durch Jod und Karmin etc.) und Mucin (Niederschlag durch concentrirte Essigsäure). Die eiweissartige Substanz ist selbst nach Behandlung der Zellen mit absolutem Alkohol als gleichmässig in den Zellen vertheilt nachzuweisen, da in diesem Falle die gelbe Färbung der Grundsubstanz durch Jod, die rosa Färbung durch Karmin in derselben gleichmässigen Weise eintritt. In diesem gleichmässigen Gemenge von Eiweiss und Mucin liegen nun Theilchen einer anderen sehr differenten und eigenthümlichen Substanz zerstreut; dieselbe ist frisch nicht von der Grundsubstanz der Zelle zu unterscheiden, sie gerinnt aber beim Kochen, bei der Behandlung mit absolutem Alkohol zu körnigen Ausscheidungen, die durch Jod und Karmin nicht gefärbt werden; sie ist ferner löslich in Kochsalzlösungen von 10 %. Diese Substanz ist ganz identisch mit derjenigen, welche zur Entstehung der scharfen Linien und polygonalen Netze innerhalb der Alveolen Veranlassung gibt, auf die ich im Zusammenhange unten zurückzukommen habe.

In der Grundsubstanz vertheilt liegen endlich die Körnchen. Dieselben sind zweierlei Natur. Der bei weitem kleinere Theil derselben sind Fettkörnchen, die grössere Zahl dagegen Körner, wie sie in ähnlicher Weise auch in den Speichel- und Schleimdrüsen vorkommen; ich will sie als Drüsenkörner bezeichnen. Sie sind löslich in Essigsäure, Kalilauge, Chromsäure und Müller'scher Flüssigkeit, scheinen sich aber nur sehr schwer in reinem Wasser zu lösen; dagegen wirkt Glycerin entschieden lösend auf sie ein. Ob die Körner, welche man an Alkohol-Präparaten in den Zellen bemerkt, noch zum Theil mit ihnen übereinstimmen, oder alle als Nieder-

schlags-Körner zu bezeichnen sind, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Welche Bedeutung den Drüsenkörnern im Haushalt der Zelle zukommt, darüber kann man bis jetzt nur Vermuthungen aussprechen. Möglich wäre es, dass wir in ihnen eine als Ferment wirkende Substanz zu erkennen hätten, wofür ihre Löslichkeit in Glycerin sprechen würde.

Das in vorstehenden Zeilen von den Drüsenzellen des Schweines entworfene Bild passt nun auch in allen wesentlichen Stücken auf die Zellen der Brunner'schen Drüsen des Menschen und des Rindes. Die Brunner'schen Drüsen der anderen im Eingange genannten Thiere zeigen ebenfalls keine wesentliche Abweichung von den geschilderten Verhältnissen. Nur die Zellen der betreffenden Drüsen des Hundes verhalten sich etwas anders. Wie wir unten sehen werden, lassen sich die zelligen Elemente der Brunner'schen Drüsen des Menschen, des Schweines etc. stets sehr leicht von denen der Lieberkühn'schen unterscheiden; beim Hunde dagegen sind diese Differenzen nicht so auffallend, sodass man bei flüchtiger Untersuchung zu der Ansicht gelangen könnte, es seien die Brunner'schen Drüsen dieses Thieres nichts weiter, wie besonders entwickelte, verästelte und zu einem Knäuel aufgewickelte Lieberkühn'sche Drüsen. Die Gestalt ihrer Zellen (vergl. Fig. 9 a) entspricht nämlich einem längeren Cylinder, als die der analogen Drüsenzellen des Schweins; überdies quellen erstere viel weniger leicht, wie letztere, sind überhaupt von festerer Consistenz. Was aber trotzdem die Brunner'schen Drüsenzellen des Hundes leicht von denen der Lieberkühn'schen Drüsen unterscheiden lässt, ist die Thatsache, dass erstere nach längerem Liegen in Müller'scher Flüssigkeit stets noch sehr körnig erscheinen, während letztere nach dieser Behandlungsweise homogen geworden sind.

Eine andere Eigenthümlichkeit der Brunner'schen Drüsen des Hundes besteht darin, dass in ihnen ausser der gewöhnlichen Art von Drüsenzellen noch eine zweite eigenthümliche Zellform vorkommt. Solche Zellen liegen nur sehr vereinzelt eingekeilt zwischen den gewöhnlichen Drüsenzellen. Ich bin auf sie an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit aufmerksam geworden und habe in Fig. 9 b eine solche noch in ihrer Lage neben einer gewöhnlichen Drüsenzelle abgebildet. Dieselbe besitzt eine keulenförmige Gestalt und trägt in der der Membrana propria zugekehrten kopfförmigen Anschwellung einen runden feingranulirten Kern. In einigen Fällen

(Fig. 9c) geht von diesem Ende noch ein kurzer spitzer Fortsatz nach aussen, in anderen ist das centrale dem Drüsenlumen zugekehrte Ende knotig geschwollen (Fig. 9d). Man kann diese Zellen als Keulenzellen bezeichnen. Ob auf ihre Existenz gewisse Bilder die man bei Einstellung auf die Oberfläche der Alveolen zuweilen wahrnimmt, zurückzuführen sind, oder wie letztere sonst zu erklären, muss ich unentschieden lassen. Man sieht nämlich bei der Einstellung auf die Oberfläche der Alveolen zuweilen in die Mosaik der gewöhnlichen Drüsenzellen kleine polygonale, homogene glänzende Felder eingeschaltet (Fig. 10 a und b). Es liegt nahe, dieselben in Beziehung zu den oben beschriebenen Keulenzellen zu bringen, doch ist es mir nicht gelungen, dies mit Bestimmtheit nachzuweisen.

Das Kanälchennetz zwischen den Drüsenzellen.

In vorstehenden Zeilen wurden wiederholt innerhalb der Alveolen Linien erwähnt, die einerseits dicht unter der Propria ein Netzwerk mit polygonalen Maschenräumen bilden, andererseits von den Knotenpunkten dieses Netzwerkes aus sich in gerader Richtung durch die Drüsenzellsubstanz bis zum Lumen verfolgen lassen. Ich erwähnte bereits oben, dass dieselben einem Systeme feiner Kanälchen entsprechen und hätte ich nun hier die Beweise für diese Ansicht beizubringen, zunächst die Ansicht zurückzuweisen, als seien die erwähnten Linien der Ausdruck die einzelnen Drüsenzellen vollständig von einander trennender Membranen. Instructiv sind in dieser Beziehung Schnitte in absolutem Alkohol erhärteter Drüsen.

Betrachtet man Schnitte, die nicht von besonderer Feinheit sind, bei mässiger Vergrösserung, so hat es den Anschein, als wenn in der That scharf und vollständig von einander abgegrenzte Cylinderzellen in einfacher Lage die Drüsenschläuche und Alveolen auskleiden. Man erkennt scharfe Linien, welche in der Seitenansicht Zelle von Zelle sondern, und bemerkt ferner, sobald man auf die Oberfläche eines Schlauchstückes oder Alveolus eingestellt hat, ein schönes Netzwerk ähnlicher Linien mit polygonalen Maschenräumen, in deren jedem ein Kern liegt. Wenn man nun aber möglichst feine Schnitte mit starken Objectiven betrachtet, so kommt man bald zu einer anderen Ueberzeugung. In Fig. 11 habe ich möglichst getreu ein Schnittpräparat abgebildet, in welchem ein

Schlauchstück der Länge nach getroffen erscheint, sodass die dasselbe auskleidenden Drüsenzellen im Profil zur Beobachtung kommen. Man sieht nun hier keineswegs regelmässig abgegrenzte neben einander liegende cylindrische Zellen; es fällt vielmehr auf, dass nur wenige schmale scharfbegrenzte Streifen in gerader Richtung von der Membrana propria bis zum Lumen ziehen, während andere vom Lumen aus nur etwa bis in die Mitte der körnigen Zellsubstanz hineindringen, noch andere von der Membrana propria ausgehend ebenfalls schon in der Mitte ihres Weges zum Lumen aufhören, da durch den Schnitt die Fortsetzung dieser Linien beseitigt ist. Ausser diesen schmalen scharfen, deutlich von zwei annähernd parallelen Contouren begrenzten glänzenden Streifen sieht man keine Spur von Trennungslinien der Zellen innerhalb des Schlauchstücks. Der Feinheit des Schnittes entsprechend vermissen wir auch die Kerne der Zellen an einigen Stellen des Schnittes, während sie an anderen sich als elliptische oder halbmondförmige Figuren dicht unter der Membrana propria zeigen.

Es geht bereits aus diesen Präparaten unzweifelhaft hervor, dass die scharfen glänzenden Linien der Profilansicht der Drüsenzellen nicht etwa die Durchschnittsbilder trennender Membranen oder allseitig die Drüsenzellen umgebender capillärer Hohlräume sind. Dasselbe lehren aber auch dickere Schnitte, wenn man sie bei verschiedener Einstellung betrachtet. Hat man die betreffenden Linien scharf eingestellt und hebt oder senkt nun den Tubus nur ein wenig, so werden sie rasch undeutlich und verschwinden, eine Thatsache, die nur mit der Annahme zu vereinbaren ist, dass die erwähnten Linien der Ausdruck fadenförmiger Gebilde sind, welche die sonst nicht getrennte Drüsenzellsubstanz in mehr oder weniger gerader Richtung von der Membrana propria nach dem Lumen des Schlauches hin durchsetzen. Dasselbe gilt für die Liniennetze mit polygonalen Maschen unter der Membrana propria: bei Einstellung auf die Oberfläche der Alveolen und Schläuche erscheinen sie sehr scharf, beim Senken des Tubus verschwinden sie aber viel eher, als das Lumen des Schlauches sichtbar wird. Ueberdies stimmen sie mit den zum Lumen ziehenden Linien im Aussehen vollständig überein; beide bilden ein zusammenhängendes System, indem die die Zellsubstanz durchsetzenden Linien an den Knotenpunkten des oberflächlichen Liniennetzes mit diesem zusammenhängen.

Fragen wir nun nach der Bedeutung des beschriebenen Liniensystems, so fällt uns zunächst die grosse Uebereinstimmung in der Anordnung desselben mit der Anordnung der feinsten Drüsenkanälchen, wie wir sie durch Gianuzzi[1]) und Saviotti[2]) in dem Pancreas, durch Pflüger[3]) und Ewald[4]) in den Speicheldrüsen kennen gelernt haben, auffällig in die Augen. Eine vollständige Identificirung beider stösst aber auf gewisse Schwierigkeiten. Anstatt als leere Kanälchen erscheinen nämlich die fraglichen Gebilde als solide von zwei annähernd parallelen Contouren begrenzte, homogene glänzende Bälkchen, die sich gegen die verschiedensten Reagentien, gegen Säuren und Alkalien sehr resistent zeigen und darin, wie in ihrem optischen Verhalten mit einem Theil der im Innern der Drüsenzellsubstanz vorhandenen, mehr oder weniger eckig erscheinenden Körner übereinstimmen. Alkoholpräparate zeigen also ein ganz analoges Verhalten, wie Präparate aus Chromsäure oder Müller'scher Flüssigkeit, wo die den Kanten der isolirten Zellen anhaftenden glänzenden Streifen in Allem den im Innern dér Zellen befindlichen Körnern glichen. Ein Zerbröckeln dieser Bälkchen kann man auch an Alkohol-Präparaten beobachten. Es kommt häufig vor, dass dieselben nicht überall gleich dick sind, schmalere Stellen besitzen, und oft sind Stückchen von ihnen in Folge der Schnittführung der Art abgelöst, dass sie frei in das Lumen des Schlauches hineinragen (Fig. 11 bei a). Es lassen sich also diese Gebilde isoliren.

Ferner ist für die Beurtheilung derselben die Thatsache von Wichtigkeit, dass man auch auf der freien dem Drüsenlumen zugekehrten Fläche der verschmolzenen Drüsenzellen ähnliche solide Stäbchen oder Bälkchen findet. Hier können letztere sogar — allerdings ist dies nur selten der Fall — zur Entstehung ähnlicher polygonale Maschen einschliessender Netze Veranlassung geben, wie man sie auf der äusseren Oberfläche der Alveolen und

1) Recherches sur la structure intime du Pancreas. Comptes rendus. LVIII.

2) Untersuchungen über den feineren Bau des Pancreas. Dieses Archiv. Bd. V 1869.

3) Die Endigung der Absonderungsnerven in dem Pancreas. Nachschrift. Dieses Archiv. Bd. V. p. 203.

4) Beiträge zur Histiologie u. Physiologie der Speicheldrüsen des Hundes. Inaugural-Dissertation. Berlin 1870.

Schläuche trifft. Beide Systeme polygonaler Maschenräume correspondiren dann mit einander und entsprechen die äusseren den äusseren Endflächen der Drüsenzellen, die inneren den inneren dem Lumen zugekehrten Endflächen derselben, während die Seitenflächen der Drüsenzellen mit denen der Nachbarzellen, wie bereits oben berichtet wurde, verschmolzen sind, mit Ausnahme der Stellen, wo die von der Propria zum Lumen ziehenden radiären Kanälchen sich zwischen sie einschieben. Die auf der inneren dem Drüsenlumen zugekehrten Fläche der Zellen aufliegenden Bälkchen oder Stäbchen kommen nun für gewöhnlich höchst unregelmässig vertheilt vor, da ja hier am leichtesten Stückchen derselben abbröckeln werden; wahrscheinlich liegen sie hier in seichten Furchen. In dem in unserer Figur dargestellten Präparat sind einige dieser Bälkchen in ihrer ganzen Länge erhalten (bei b, Fig. 11) und grenzen dann an den betreffenden Stellen die Drüsenzellsubstanz nach Art einer Membran scharf gegen das Lumen ab. An anderen Stellen dagegen ist nichts davon zu sehen, theils weil der Schnitt solche Bälkchen nicht getroffen hat, theils weil sie abgebröckelt sind.

Wir haben oben bereits die grosse Uebereinstimmung im Verlaufe und in der Anordnung der beschriebenen Bälkchen mit den sogenannten Drüsengangcapillaren des Pancreas und der Speicheldrüsen hervorgehoben und als einzigen Unterschied kennen gelernt, dass an Alkohol-Präparaten die betreffenden Gebilde solide sind, während man die analogen Theile des Pancreas und der Speicheldrüsen als injicirbare Kanälchen kennt. Wir wir aber bereits im Abschnitt über den feineren Bau der Drüsenzellen bemerkt haben, erscheinen an frischen Alveolen die polygonale Maschen bildenden Netze und radiären Linien als mit Flüssigkeit gefüllte feine Kanälchen und stehe ich nicht an, diese den Drüsencapillaren des Pancreas und der Speicheldrüsen gleich zu setzen, zumal da Saviotti[1]) gezeigt hat, dass man den directen Uebergang der injicirten Kanälchen in solche nicht injicirte beobachten kann, und berufe ich mich dabei auf die Figur 4 seiner Abhandlung. Ich habe mich nun bemüht, auch für die Brunner'schen Drüsen diesen directen Beweis durch Injectionen zu liefern. Ich band zu diesem Zwecke ein frisches Duodenalstück an beiden Enden fest zu und injicirte gelöstes Berliner Blau durch Einstich in das Lumen des Darmstückes in der

1) L. c. p. 407.

Hoffnung, es möchten auf diese Weise einige Drüsengänge der Brunner'schen Drüsen gefüllt werden. Allein nie habe ich dies Resultat erzielen können. Beim Prallwerden des Darmstückes riss die Mucosa und die Injectionsmasse breitete sich dann in der Nervea aus; nie fand ich Drüsen gefüllt. Dennoch stehe ich nach Allem nicht an, auszusprechen: Die Kanälchen, welche man an frischen Alveolen Brunner'scher Drüsen wahrnimmt, entsprechen den injicirbaren Kanälchen des Pancreas und der Speicheldrüsen, sowie den in ganz übereinstimmender Weise angeordneten Bälkchen, welche man an den Brunner'schen Drüsen nach Behandlung mit Alkohol, Chromsäure oder Müller'scher Flüssigkeit beobachtet.

Dies zugegeben, hätten wir nur noch zwei Punkte aufzuklären, nämlich erstens den Umstand, dass an frischen, aus der Membrana propria entleerten Drüsenzellenhaufen keine Kanälchen sichtbar sind. Ich glaube, dies lässt sich ungezwungen auf das Eintreten einer Quellung der Drüsenzellsubstanz zurückführen, für die unter der Propria gelegenen Kanälchen überdies noch auf die bei der Isolation unvermeidlichen Verletzungen.

Der zweite noch aufzuklärende Punkt ist die Entstehung der soliden Bälkchen der Alkoholpräparate etc. aus den Kanälchen der frischen Alveolen. Die einfachste ungezwungenste Erklärung ist nun die, dass in Folge der Einwirkung der genannten Agentien auf die frischen Drüsen der im Leben flüssige Inhalt der Kanälchen gerinnt und dass diese Gerinnung auch noch die Substanz ergreift, welche in den Furchen der dem Drüsenlumen zugekehrten Zellenoberflächen sich befindet. Damit stimmt denn auch die bereits oben angeführte Beobachtung vollkommen überein, dass beim Kochen der Drüsen in den Kanälchen ein ähnlicher Bälkchen bildender Niederschlag entsteht, der freilich leichter in einzelne hinter einander liegende stäbchenförmige Stücke zerfällt, wie die resistenteren Alkohol-Bälkchen, und also darin den Bälkchen gleicht, wie ich sie von der Oberfläche isolirter Zellen aus Chromsäure oder Müller'scher Flüssigkeit oben beschrieben habe.

Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, als was wir die die Drüsenkanälchen erfüllende bei Behandlung mit absolutem Alkohol und beim Kochen gerinnende Substanz anzusehen haben. Am nächsten liegt da natürlich die Annahme, der fragliche Körper sei ein Eiweisskörper. Auffallend bleibt es dabei aber, dass die Bälkchen weder bei Behandlung mit carminsaurem Ammoniak, noch mit

Jod eine Färbung annehmen. Die übrigen Eigenschaften, so namentlich die Resistenz der Bälkchen gegen Säuren und Alkalien, lassen sich sehr wohl mit der Annahme, dass die Bälkchen aus einer coagulirten Eiweisssubstanz bestehen, vereinigen. Dazu kommen nun noch einige merkwürdige Eigenschaften, welche der frische Kanälchen-Inhalt zeigt. Lässt man Drüsenstückchen, die frisch die zarten mit Flüssigkeit erfüllten Kanälchen erkennen liessen, in indifferenten Flüssigkeiten einige Zeit liegen, so erkennt man, dass die Kanälchen viel deutlicher geworden sind, bei längerem Liegen zeigen sie fast ganz den Glanz und die Schärfe der Contouren, wie die Bälkchen der Alkoholpräparate. Es hat jetzt den Anschein, als wenn eine feste Substanz die Kanälchen erfüllte. Dasselbe erkennt man bei Betrachtung nicht ganz frischer Präparate von vornherein. Mir scheint diese Erscheinung nur durch die Annahme einer sog. spontanen Gerinnung eines wohl dem Myosin verwandten Eiweisskörpers innerhalb der Drüsenkanälchen eine Erklärung zu finden. Damit würde sich dann auch leicht die Thatsache erklären lassen, dass die Injection der Drüsengangcapillaren nur an frischen lebenswarmen Drüsen gelingt, dass Drüsen, welche längere Zeit gelegen haben, dazu ganz ungeeignet sind. Es würden eben in letzterem Falle durch die eintretende Gerinnung die Kanälchen für die Injectionsmasse ganz unwegsam werden. Wenn die fragliche gerinnende Substanz dem Myosin verwandt ist, so dürfen wir erwarten, dass dieselbe durch Kochsalzlösungen von 10% gelöst wird, so dass wir an den Alveolen dann keine Spur mehr von den erwähnten Bälkchen finden. In der That ist dies der Fall: glänzende Linien erscheinen nach eintägiger Behandlung mit der genannten Lösung in den Alveolen nirgends; dagegen ist überall ein vollständiger Zerfall der Drüsenzellsubstanz in ihre einzelnen Zellen eingetreten; an letzteren ist aber keine Spur streifenförmiger Gerinnsel zu bemerken.

Die Thatsache, dass durch 10procentige Kochsalzlösungen sich die Zellen der Brunner'schen Drüsen vollständig isoliren lassen, nöthigt uns nun weiterhin zu der Annahme, dass die fragliche Substanz nicht bloss in den Kanälchen angehäuft ist, sondern eine höchst dünne, optisch nicht nachweisbare Schicht zwischen den einzelnen Drüsenzellen bildet. Wenn wir nun diese Schicht als Kittsubstanz bezeichnen, so müssen wir folgerichtig auch die in den Kanälchen befindliche Substanz der Kittsubstanz gleichsetzen. Eine solche Annahme hat jetzt nach den Untersuchungen von Schweigger-

Seidel[1]) nichts Auffallendes mehr, da letzterer für die Cornea, das glatte Muskelgewebe und andere Theile nachgewiesen hat, dass die angeblich mucinogene Kittsubstanz sich durch einen grossen Reichthum an einem dem Myosin verwandten Körper auszeichnet. Wenn ich somit morphologisch die Drüsenkanälchen als schmale cylindrische Anhäufungen von Kittsubstanz betrachte, so will ich damit doch durchaus nicht ihre physiologische Bedeutung als erste Anfänge der Abflusswege des Drüsensecrets in Abrede stellen. Nur dagegen muss ich mich bestimmt aussprechen, den geschilderten Inhalt der Drüsenkanälchen etwa schon als fertiges Drüsensecret anzusehen. Wäre dies der Fall, so müsste ja das Lumen der Alveolen und Schläuche bei Behandlung mit Alkohol und beim Kochen ebenfalls von einer geronnenen Masse erfüllt sein, was durchaus nicht zu beobachten ist.

Eine andere Frage ist nun die, ob die injicirbaren feinen Kanälchen eine besondere Membran besitzen oder nicht. Boll[2]) und Saviotti[3]) haben sich bereits gegen die Existenz einer solchen in den Drüsenkanälchen der Speicheldrüsen und des Pancreas ausgesprochen, und kann ich dieser Ansicht nur beistimmen. Gegen die Existenz einer Membran der Kanälchen der Brunner'schen Drüsen sprechen vor Allem die Bilder, welche frisch aus der Propria isolirte Zellenhaufen gewähren, wo man doch etwas von solchen röhrenförmigen Membranen zwischen den Zellen wahrnehmen müsste, wenn sie eben vorhanden wären; beim Vorhandensein einer Membran wäre auch kaum einzusehen, wie es kommt, dass an solchen Präparaten die Kanälchen unsichtbar geworden sind. Auch beim Isoliren der Zellen gelingt es nie, eine distinkte Kanälchen-Membran darzustellen. Stets sind die streifenförmigen dem Hohlraum der Kanälchen entsprechenden Gerinnsel dicht an die Zellen angepresst, und zeigen letztere höchstens eine dichtere Substanz in der Umgebung der Kanälchen. Eine wohl isolirbare Membran existirt auf keinen Fall.

Während nun das Verhalten der radiären Kanälchen zum Drüsenausführungsgange überall leicht zu erkennen ist, indem die-

---

1) Ueber die Grundsubstanz und die Zellen der Hornhaut des Auges. Berichte der Königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-phys. Klasse. 1869.

2) L. c. p. 28.

3) L. c. p. 407.

selben, wie bereits erwähnt, überall in das Lumen der Alveolen resp. Schläuche einmünden, bereitet eine andere Frage mehr Schwierigkeit, nämlich die nach dem Verhalten des peripherischen Theiles des Kanälchensystems, der polygonalen Netze, zur Membrana propria. Es scheint, als wenn letztere dicht unter der Propria liegen. Dies ist auch die Annahme der Forscher, welche sich bisher mit dem Kanälchennetz beschäftigt haben, mögen sie nun eine Membran der Kanälchen annehmen oder nicht. Im letzteren Falle müsste dann die Membrana propria die äussere Grenze eines solchen Kanälchens bilden, während die innere von zwei an einander stossenden Drüsenzellen hergestellt würde. Dann ist aber nicht einzusehen, wie es möglich ist, die polygonalen Netze so schön zu füllen; es würde stets ein schalenförmiger Erguss der Injectionsmasse zwischen Drüsenzellen und Membrana propria auftreten müssen, in der Weise, wie dies wirklich in gewissen Fällen, z. B. bei Anwendung eines starken Druckes erhalten wird und wie dies Gianuzzi[1]) von einem Speicheldrüsen-Alveolus abgebildet hat. Die Annahme einer Kanälchen-Membran würde allerdings zur Erklärung der Injicirbarkeit der Kanälchen genügen; aber, wie wir sahen, lässt sich eine solche nicht nachweisen, worin ich mit Boll und Saviotti übereinstimme.

Man sieht, wir müssen so nothwendig zu der Ansicht gelangen, dass die äussere Begrenzung der Kanälchen nicht durch die Membrana propria, sondern durch eine sich dazwischen einschiebende Schicht gebildet wird. Die Untersuchung des feineren Baues der Drüsenzellen hat uns bereits über die Natur dieser Schicht belehrt: es sind die dünnen schuppenförmigen Fortsätze der Drüsenzellen, welche die Kanälchen von der Propria trennen. Dagegen spricht nicht, dass bei Oberflächenansichten der Alveolen die polygonalen Netze dicht unter der Membrana propria zu liegen scheinen; denn wir sahen ja, dass die Zellenfortsätze dünn, homogen und äusserst zart sind, sodass sie nicht im Geringsten die Deutlichkeit der Kanälchen beeinträchtigen werden[2]). Andererseits

1) Von den Folgen des beschleunigten Blutstroms für die Absonderung des Speichels. Berichte der sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-physik. Klasse. 1865. Fig. 3.

2) Aehnliches gilt von den Alkohol-Präparaten. Ich habe oben der Einfachheit wegen gesagt, dass die radiären Bälkchen in gerader Richtung von

seits lässt sich nun aber, die Existenz der Zellenfortsätze vorausgesetzt, bei der Annahme, dass die Kanälchen frei auf der Oberfläche der Zellen, nur von der Propria gedeckt, liegen, nicht verstehen, wie dann von den Knotenpunkten des polygonalen Netzes die radiären Kanälchen in gerader Richtung zum Drüsenlumen ziehen können, wie es in der That der Fall ist. Man vergleiche die schematische Figur 12. In A sind die Zellen der Brunner'schen Drüsen und die radiären Kanälchen so dargestellt, wie das Verhalten beider zu einander sein müsste, wenn die oberflächlichen Kanälchen zwischen Drüsenzellen und Membrana propria verliefen. Man sieht, es müsste der Gestalt der Zellen entsprechend eine Biegung der radiären Kanälchen stattfinden, wie sie in der That nicht existirt. Dagegen gibt Fig. 12 B nun die Verhältnisse wieder, wie sie sich nach meinen Untersuchungen herausgestellt haben. Da werden überall die feinen Kanälchen durch den zarten homogenen Fortsatz der Drüsenzellen von der Membrana propria getrennt und die radiären Kanälchen verlaufen in gerader Richtung zum Lumen. Es ist hier die Annahme einer Membran zur Erklärung der schönen Füllung des Kanälchennetzes, wie sie an anderen Drüsen erzielt wurde, nicht nöthig; andererseits erklärt sich aber leicht die Möglichkeit schalenförmiger Extravasate unter die Propria, da ja nur eine dünne zarte Substanzlage die Kanälchen von der Propria trennt.

Während nun die polygonalen Kanälchennetze der Brunner'schen Drüsen nur durch eine sehr dünne Lage Drüsenzellsubstanz von der Membrana propria getrennt sind, lässt eine andere Art von Drüsen, die ich vergleichsweise mit in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen habe, einen grösseren Abstand der polygonalen Netze von der Membrana propria deutlich erkennen. Es sind dies die Magenschleimdrüsen, über deren zellige Elemente und physiologische Bedeutung uns in neuester Zeit Ebstein[1]) interessante Aufschlüsse gegeben hat. Nach Behandlung mit Müller'scher Flüs-

---

der Propria zum Lumen verlaufen; dies würde also dahin zu berichtigen sein, dass zwischen ihrem Anfange unter der Propria und dieser selbst sich noch eine äusserst dünne Lage Zellsubstanz befindet, die aber begreiflicher Weise an solchen Schnitten, wo die Propria dicht der Drüsenzellsubstanz anliegt, sich nicht erkennen lassen wird, da sie eben zu dünn ist.

1) Beiträge zur Lehre vom Bau und den physiologischen Functionen der sogenannten Magenschleimdrüsen. — Dieses Archiv. Bd. VI. 1870.

sigkeit lassen sich die einzelnen Schläuche dieser Drüsen leicht mit ihrer Propria isoliren. Stellt man nun auf die Oberfläche eines solchen Schlauches ein, so erkennt man unter der Propria eine zusammenhängende, feinkörnige Drüsenzellenmasse ohne Abgrenzung einzelner Zellen und in ihr regelmässig vertheilt grosse kreisrunde Kerne mit etwas körnigem Inhalt (Fig. 13 A). Senkt man nun den Tubus, so erscheinen plötzlich helle polygonale Netze bildende Bälkchen, die auffallend an die Kanälchen der Brunner'schen Drüsen erinnern (Fig. 13 B). Es ist hier eine ziemlich beträchtliche Schicht körniger Drüsenzellsubstanz zwischen Propria und polygonales Kanälchennetz eingeschoben, ein Verhalten, das stets durch Heben und Senken des Tubus leicht zu constatiren ist. Eigenthümlich ist dabei die Lage der Kerne. Man überzeugt sich leicht, dass dieselben nicht etwa genau über der Mitte je einer Masche des Kanälchennetzes liegen, sondern vielmehr stets über einer Maschenecke; ja viele liegen sogar geradezu über einem Bälkchen, so dass sie zwei benachbarten Maschen zugleich anzugehören scheinen (vergl. Fig. 13 A a). Dies eigenthümliche Verhalten erklärt sich, wie die Isolation der Zellen ergibt, daraus, dass die peripherischen Enden der Drüsenzellen nach aussen von den polygonalen Kanälchen unter einem stumpfen Winkel gegen die Axen der Zellen gebogen und die Kerne in die dachziegelförmig die Nachbarzellen deckenden Theile hineingerückt sind. Es würden also diese Theile den schuppenförmigen Fortsätzen der Drüsenzellen der Brunner'schen Drüsen entsprechen.

Es muss uns nun sofort auffallen, dass die beschriebene Eigenthümlichkeit des Kanälchenverlaufs in den Magenschleimdrüsen lebhaft erinnert an die Anordnung der Gallengangcapillaren in der Leber, wie wir sie durch Hering kennen gelernt haben. Es wurde für die Leber stets besonders betont, dass die Blutgefässe immer durch ein Stück Leberzellensubstanz von den Gallenkanälchen getrennt sind. Bei den anderen Drüsen schien nun eine wesentlich andere Anordnung der entsprechenden Kanälchen zu existiren, es schienen die Blutgefässe nur durch die zarte, von einigen Forschern noch dazu geleugnete, Propria von den Drüsenkanälchen getrennt zu sein. Dies ist durch meine Untersuchungen wenigstens für die Brunner'schen und Magenschleimdrüsen widerlegt, indem bei beiden Drüsenzellsubstanz zwischen Blutgefässen und Drüsengangcapillaren liegt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass man ein ähnliches Verhalten im Pancreas und in den Speicheldrüsen wird nachweisen können.

Die von Langerhans und Saviotti im Pancreas nachgewiesenen centroacinären Zellen, die letzten Ausläufer des Gangepithels, existiren begreiflicherweise in den Brunner'schen Drüsen nicht. Ebensowenig ist es mir aber gelungen, eine stützende reticuläre Bindesubstanz zwischen den Drüsenzellen nachzuweisen. Eine solche hat bekanntlich Boll[1]) von den Speicheldrüsen, Nieren und von der Leber beschrieben. Sie bildet in diesen Drüsen nach den Angaben des genannten Forschers ein mit der Propria zusammenhängendes Bälkchennetz innerhalb der Alveolen resp. Schläuche, in dessen Maschen die Drüsenzellen liegen. Nach meinen Untersuchungen ist nun Boll's intraalveoläre Bindesubstanz wenigstens der Speicheldrüsen durchaus identisch mit den Gerinnungsprodukten des Kanälcheninhalts, wie sie an Alkohol-Präparaten als solide Bälkchen erscheinen. Dies geht schon aus der Vergleichung der Boll'schen Beschreibung mit meiner oben gegebenen Darstellung hervor, sowie aus der Betrachtung von Boll's Figuren 1, 2 und 5. Der Nachweis der intraalveolären Bindesubstanz gelang ja Boll auch nur an Alkohol- und Osmiumsäure-Präparaten, in welchen der Inhalt der Kanälchen sich zu festen, zum Theil isolirbaren Bälkchen erstarrt zeigt. In wie weit die von Boll in der Leber gefundene reticuläre Bindesubstanz in ihrer Anordnung mit dem Verlaufe der Gallengangcapillaren übereinstimmt, kann ich noch nicht mit Sicherheit entscheiden; ich vermuthe jedoch, dass ein grosser Theil derselben ebenfalls nur der Ausdruck des Gallengangcapillarenverlaufs ist. Uebrigens hat sich Boll in seiner bereits oben citirten neueren Arbeit[2]) zu einer theilweisen Berichtigung seiner früheren Angaben genöthigt gesehen. Er ist zweifelhaft geworden, „ob diesem System in der That in allen Drüsen eine so reiche Entwicklung zukommt und ob nicht ein Theil der dort beschriebenen reichen Verästelung anderweitig — wie wir später sehen werden, in der Beschaffenheit der feinsten Ausführungsgänge — eine bessere Erklärung findet."

Membrana propria; Lymph- und Blutgefässe.

Der Streit, ob die Membrana propria der Drüsen eine geschlossene die Zellen der Alveolen umhüllende Haut sei, oder ob sie

1) Die Bindesubstanz der Drüsen. Dieses Archiv. Bd. V.

2) Acinöse Drüsen, pag. 18.

von zahlreichen Löchern durchbrochen nur eine korbartige Umhüllung der Alveolen vorstelle, ist in neuester Zeit zu Gunsten der erstgenannten Ansicht entschieden worden. Boll, der Hauptvertreter der letzteren Ansicht, hat sich nachträglich bei genauerer Untersuchung der sogenannten Drüsenkörbe davon überzeugt, dass die einen solchen Korb constituirenden platten anastomosirenden Zellen zu einer Membran geschlossen werden durch zarte, die Lücken des Korbes ausfüllende Häutchen, sodass also die Membrana propria der Speicheldrüsen aus einer zarten Haut bestehen würde, die an den die Kerne umgebenden Stellen sternförmig verdickt ist. Bei den Brunner'schen Drüsen lässt sich nun stets mit Leichtigkeit eine allseitig geschlossene Membrana propria nachweisen, besonders leicht an Präparaten aus dünnen Lösungen von Kali bichromicum oder Müller'scher Flüssigkeit, wo sie sich stellenweise von den eingeschlossenen Drüsenzellen blasig abgehoben zeigt. Man erkennt dann (Fig. 14) die in der Profilansicht elliptisch erscheinenden Kerne mit grosser Deutlichkeit und constatirt auch, dass die Membran in der Umgebung der Kerne leicht verdickt ist. Doch zeigt die Membrana propria der Brunner'schen Drüsen nie so auffallende Verdickungen, wie die der Speichel- und Thränendrüsen, dass etwa Bilder sogenannter Drüsenkörbe entständen. Man vergleiche in dieser Beziehung die Fig. 9 d, welche eine Flächenansicht eines Stückes der Membrana propria der Brunner'schen Drüsen darstellt. Drei der darin gezeichneten Kerne zeigen sich in der Flächenansicht und erscheinen feingranulirt, kurzoval oder fast kreisförmig, während der vierte im Profil wahrgenommen wird.

Die innere den Drüsenzellen zugekehrte Fläche der Membrana propria erscheint stets glatt, schickt nie Fortsätze in das Innere des Alveolus hinein. An den Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit findet man sie, wie bereits erwähnt, nicht selten von den Drüsenzellen blasig abgehoben, sodass ein Raum zwischen beiden erscheint. Ich muss aber ausdrücklich hervorheben, dass ein solcher Raum während des Lebens nicht existirt. An frischen, sowohl wie an Alkohol-Präparaten liegt vielmehr die Propria der Drüsenzellsubstanz unmittelbar an.

Die oben beschriebene und abgebildete Flächenansicht der Membrana propria erinnert auffallend an die von Endothelmembranen, wie man sie z. B. von den Wandungen des Perichorioidalraums und anderen Orten isoliren kann. Diese Aehnlichkeit wird

noch dadurch vergrössert, dass sich die Membrana propria bei Behandlung mit Silbernitratlösungen auf das Schönste durch die auftretenden schwarzen Silberlinien in Zellenterritorien zerlegen lässt. Es ist zu diesem Zwecke so zu verfahren, dass man nach Entfernung der Muskelhaut von aussen her das lockere die Drüsen einschliessende Bindegewebe so sorgfältig, wie möglich, von ihnen abpräparirt. Darauf wird dann das ganze Darmstückchen eine Minute lang in eine Silbernitratlösung von 1 % gebracht und dann dem Lichte ausgesetzt. Es lassen nun immer einige Drüsenalveolen auf ihrer Oberfläche Netze schwarzer geschlängelter Linien erkennen, die ganz denen gleichen, wie man sie nach Anwendung derselben Methode auf der Oberfläche von Endothelien wahrnimmt. Diese schwarzen Liniennetze unterscheiden sich sehr von den darunter gelegenen polygonalen geradlinigen Netzen der Drüsenkanälchen, welche, sowie das Lumen des Schlauches resp. Alveolus, eine lichtbraune Farbe angenommen haben.

Diese Eigenthümlichkeiten der Membrana propria werden verständlich, wenn man weiss, dass sie sich an der Begrenzung eines Lymphraumsystemes betheiligt, welches sich spaltförmig überall zwischen die einzelnen Schläuche und Alveolen der Drüsen hineinerstreckt. Ein solches System wurde zuerst von Gianuzzi in den Speicheldrüsen gefunden, später von Boll bestätigt; doch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, dasselbe von Lymphgefässen aus zufüllen. Bei den Brunner'schen Drüsen habe ich es ebenfalls sehr entwickelt gefunden und ist es mir geglückt, dasselbe, wenn auch nicht von knotigen Lymphgefässen aus, so doch von Räumen zu füllen, die unzweifelhaft zum Lymphgefässsystem gehören. Wie bereits oben erwähnt, liegen die Brunner'schen Drüsen in einem lockeren Bindegewebe. Zerzupft man letzteres nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit, so gelingt es leicht, grosse Stücke von Endothelmembranen mit schönen ellipsoidischen Kernen daraus zu isoliren. Zugleich nimmt man innerhalb der Bindegewebsfibrillen zahlreiche elastische Fasern wahr. Es ist mir wahrscheinlich geworden, dass letztere, mit Bindegewebsfibrillen gemischt, Lamellen zusammensetzen, welche sich meist unter sehr spitzem Winkel mit benachbarten verbinden und sämmtlich von Endothel bekleidet sind, sodass zwischen ihnen sich ein reiches Spaltensystem befinden würde. Ein solches ist nun in der That durch Einstichsinjection nachzuweisen und kann man zu gleicher Zeit constatiren, dass es mit den

Lymphgefässen der Serosa im Zusammenhange steht. Injicirt man nämlich unter geringem Druck gelöstes Berliner Blau durch Einstich in dieses lockere Gewebe, so breitet sich die blaue Masse alsbald nach zwei Richtungen mit grosser Leichtigkeit aus, der Fläche nach und in der Richtung der Dicke der Darmwand. Indem dabei das ganze Spaltensystem sich prall mit der Injectionsmasse füllt, erscheint die betreffende Stelle wie ödematös. Unterbricht man nun die Injection und streicht vorsichtig mit einem Scalpellheft über die injicirte Stelle, so gelingt es ohne die geringste Mühe, die blaue Masse weiter der Fläche nach zu verbreiten und es füllen sich zugleich in der Serosa schöne knotige Lymphgefässe. Die Füllung solcher Lymphgefässe tritt aber auch immer ein, wenn man die Injection nicht gleich im Anfange unterbricht, sondern einige Augenblicke länger fortsetzt. Es nimmt dann natürlich das blaue Oedem der Fläche und Dicke nach bedeutend zu, auf seiner Oberfläche heben sich aber schön gefüllte Lymphgefässe deutlich ab. An eine Füllung der letzteren durch Zerreissung von Gewebstheilen wird man bei dem angewandten geringen Druck kaum denken. Untersucht man nun solche injicirten Stellen an Präparaten, die in Alkohol erhärtet wurden, so nimmt man wahr, dass die Injectionsmasse überall ein Spaltensystem erfüllt, das nach aussen mit die Muscularis durchsetzenden Lymphgefässen in direktem Zusammenhange steht, nach innen aber sich zwischen die Brunner'schen Drüsen fortsetzt, in die Spalten der Läppchen derselben hineindringt und schliesslich die einzelnen Alveolen resp. Schläuche in derselben Weise umhüllt, wie es Gianuzzi und Boll beschrieben haben. So stehen also die perialveolären Räume, deren Wandungen von der Membrana propria gebildet werden, durch Vermittelung des in der Nervea gelegenen Spaltensystems in Verbindung mit den oberflächlichen Lymphgefässen des Darms. Mit den Lymphgefässen der Schleimhaut des Darmes war kein Zusammenhang zu constatiren.

In Betreff des Verhaltens der Blutgefässe der Drüsen zu den Lymphräumen und der Membrana propria kann ich den von Gianuzzi und Boll constatirten Thatsachen nichts Neues hinzufügen. Ebenso kann ich für die Brunner'schen Drüsen eine von Boll für die Speicheldrüsen gemachte Angabe bestätigen, betreffend die Existenz feinerer und gröberer Kerne enthaltender Bälkchen, die sich zwischen den Alveolen ausspannen. Schliesslich möge hier noch eine Bemerkung in Betreff des feineren Baues der Blutgefässe der

Brunner'schen Drüsen Platz finden. An vielen Capillaren bemerkt man ausser den die Wand derselben constituirenden Zellen noch andere auf der äusseren Oberfläche der Capillaren liegende, die einen vollständigen geschlossenen Zellenüberzug herstellen. Diese Zellen besitzen prominirende Kerne und gleichen ganz denen, welche an anderen Capillaren die von His beschriebene adventitia capillaris zusammensetzen, oder den auf der Oberfläche der Hirn- und Rückenmark-Gefässe befindlichen, die Eberth als Perithel bezeichnet. Wir haben es in unserem Falle mit einfachen die Capillaren einscheidenden Endothelzellen zu thun. Doch ist es mir nicht gelungen, mich an allen Capillaren von der Existenz einer zelligen Adventitia zu überzeugen; dagegen habe ich an den gröberen Blutgefässen der Drüsen zuweilen eine äussere Endothelbekleidung nachweisen können.

Vergleichung der Brunner'schen Drüsen mit anderen Verdauungsdrüsen.

Nachdem wir in vorstehenden Zeilen den feineren Bau der Brunner'schen Drüsen kennen gelernt haben, hätten wir noch die Frage zu beantworten, ob wir in diesen Drüsen ganz eigenthümliche in ihrem Bau von allen anderen Drüsen abweichende Secretionsorgane zu erkennen haben, oder ob die ihrer Function nach wenig bekannten Brunner'schen Drüsen in ihrem Bau mit anderen Secretionsorganen, deren Leistungen wir bereits genauer kennen, übereinstimmen. Im letzteren Falle würden wir dann von einem gleichen Bau auf eine gleiche Function schliessen dürfen. Ich habe deshalb die Brunner'schen Drüsen mit dem Pancreas, den Lieberkühn'schen Drüsen, den Magenschleimdrüsen. Schleim- und Speicheldrüsen direkt verglichen und für diese Vergleichung womöglich immer die verschiedenen Drüsen ein- und desselben Thieres gewählt.

Wir haben bei einer solchen Vergleichung des Baues der Brunner'schen Drüsen mit dem anderer drüsiger Organe zweierlei streng zu unterscheiden, einmal die allgemeine Anordnung der secernirenden Flächen und sodann die feinere Structur der Drüsenzellen. In Bezug auf den ersteren Punkt stehen die Brunner'schen Drüsen ganz einzig da. Keine andere der von mir untersuchten Drüsen zeigt die eigenthümliche Anordnung, wie ich sie oben beschrieben habe. Zwar lassen nach den Untersuchungen von Puky

Akos[1]) die Schleimdrüsen der Mundhöhle einen ganz analogen Bau erkennen, den Puky Akos als einen tubulösen bezeichnet. Allein eine wesentliche Abweichung liegt doch darin, dass die Ausführungsgänge der kleinsten Läppchen der Mundschleimdrüsen stets ein anderes Epithel besitzen, wie die eigentlichen Alveolen, worauf Paky Akos selbst aufmerksam macht. Dies Epithel gleicht bereits ganz dem des Hauptausführungsganges und stellt ein Cylinderepithel dar, das sich durch Karmin viel intensiver färbt, als das der Alveolen, ferner der charakteristischen Drüsenkörner entbehrt[2]). Bei den Brunner'schen Drüsen dagegen tragen die Ausführungsgänge der Läppchen dasselbe Epithel, wie die Alveolen. Ferner muss ich anführen, dass man zwar die Brunner'schen Drüsen noch als tubulöse bezeichnen kann, dass dies aber für die Schleimdrüsen der Mundhöhle nicht mehr angeht. Man müsste sonst auch die Speicheldrüsen tubulös nennen. Denn ich habe mich durch Zergliederung letzterer und der Mundschleimdrüsen nach Maceration in concentrirter Salzsäure überzeugt, dass beide Arten von Drüsen in der Anordnung ihrer secernirenden Flächen keinen wesentlichen Unterschied zeigen; ich kann mich also in dieser Beziehung ganz den Ausführungen Boldyrew's[3]) anschliessen.

Weniger eigenthümlich stehen die Brunner'schen Drüsen in der Beschaffenheit ihres secernirenden Epithels da. Nur von dem der übrigen Darmdrüsen lässt sich das Epithel der Brunner'schen stets leicht unterscheiden, so von dem der Lieberkühn'schen Drüsen. Ich werde unten bei Besprechung der letzteren die Hauptunterschiede beider Drüsenzellen-Arten zusammen stellen. Ebenso leicht ist es, die Zellen frischer Brunner'scher Drüsen von denen des Pancreas zu unterscheiden, falls man eine indifferente Flüssigkeit als Zusatzflüssigkeit gewählt hat. Zwar zeigen beide Zellenarten Körner; allein die der Brunner'schen Drüsen erscheinen farblos und nur matt glänzend, während die Pancreaskörnchen stets gelblich und lebhaft schimmernd erscheinen. Ferner ist die Vertheilung der Körner innerhalb der Zellen bei beiden meist eine verschiedene, in-

1) Ueber die Schleimdrüsen der Mundhöhle. Wiener acad. Sitzungsberichte. II. Abth. Mai 1869.

2) Ich habe meine Untersuchungen an den Schleimdrüsen der Lippen des Menschen angestellt.

3) Ueber die Drüsen des Larynx und der Trachea. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. II. 1871. p. 241.

dem die Zellen der Brunner'schen Drüsen stets ganz damit angefüllt sind, die Pancreaszellen aber gewöhnlich, wie bekannt, in ihren peripherischen Theilen frei davon erscheinen. Wo wie beim Menschen und häufig auch beim Hunde die ganze Pancreaszelle voll von Körnern ist, ist letztere von der Drüsenzelle der Brunner'schen Drüsen durch das optische Verhalten der Körner immer leicht zu unterscheiden.

Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung, dass im Darm die secernirenden Elemente der Brunner'schen Drüsen ganz specifischer Natur sind. Gehen wir nun weiter und vergleichen dieselben mit den Drüsenzellen des Magens, so bieten hier die Labdrüsen durch das Auftreten zweier verschiedener Zellenformen, der Haupt- und Belegzellen Heidenhain's [1]) oder der adelomorphen und delomorphen Zellen Rollet's [2]) sofort in die Augen fallende Unterschiede dar. Auch die Magenschleimdrüsen, deren Zellen nach den neuesten Untersuchungen von Ebstein im Wesentlichen übereinstimmen mit den Hauptzellen der Labdrüsen, scheinen auf den ersten Blick — ich erinnere an die andere Anordnung ihrer secernirenden Fläche — gar nicht mit den Brunner'schen Drüsen verglichen werden zu können. Allein berücksichtigen wir den feineren Bau der Drüsenzellen, so finden wir auffallende Aehnlichkeiten. Die frischen Drüsenzellen der Magenschleimdrüsen lassen ganz ähnliche Körner in eine helle Grundsubstanz eingebettet erkennen, wie die Zellen der Brunner'schen Drüsen und man überzeugt sich leicht, dass sowohl Körner, wie Grundsubstanz in ihren chemischen Eigenschaften fast genau mit dem von den Drüsenzellen der Brunner'schen Drüsen beschriebenen Verhalten übereinstimmen. Worin beide Zellenarten verschieden sind, ist Folgendes. Die Zellen der Magenschleimdrüsen sind im Allgemeinen kleiner, als die der Brunner'schen desselben Thieres [3]), sie erscheinen frisch untersucht heller, weil sie nicht so dicht mit Körnern erfüllt sind. Deshalb erkennt man auch schon im frischen Zustande den Kern der Magenschleimdrüsenzellen ganz

1) Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen. Dieses Archiv Bd. VI. p. 368.

2) Bemerkungen zur Kenntniss der Labdrüsen und der Magenschleimhautuntersuchungen aus dem Institute für Physiol. u. Histologie in Graz. II. p. 143.

3) Diese Untersuchung wurde an den genannten Drüsen des Schweines angestellt.

gut. In Betreff der chemischen Structur der letzteren haben die Untersuchungen von Ebstein[1]) ergeben, dass sie neben Eiweiss noch Mucin enthalten, eine Zusammensetzung, die sie allerdings mit den Zellen der Brunner'schen Drüsen theilen. Bei beiden entstehen auf Zusatz starker Essigsäure Mucin-Niederschläge. Allein das Gesammtbild der Zellen ist dann bei den Brunner'schen Drüsen ein etwas anderes, wie bei den Magenschleimdrüsen. In den Zellen der letzteren, die an sich wegen der geringeren Zahl von Drüsenkörnchen heller erscheinen, ist die Trübung auf Zusatz von Essigsäure sehr auffallend, während, wie wir oben sahen, die Zellen der Brunner'schen Drüsen in Folge der Quellung und Lösung der Körner bei geringerem Mucin-Niederschlag eher heller werden.

Immerhin sind die erwähnten Unterschiede gering genug, so gering, dass man zu der Vermuthung kommen könnte, als beruhen dieselben auf Verschiedenheiten im gerade untersuchten Verdauungszustande. Wir wissen ja durch die Untersuchungen von Heidenhain, Rollet und Ebstein, dass die Hauptzellen der Labdrüsen, sowie die damit identischen Zellen der Magenschleimdrüsen bei der Reizung trüber, körnerreicher werden und sich intensiver durch Karmin oder Anilinblau färben. Bei den Brunner'schen Drüsen habe ich nun zwar keine Reizungsversuche anstellen können; immerhin liegt aber die Vermuthung nahe, es möchte der grössere Körnerreichthum ihrer Drüsenzellen darauf zu beziehen sein, dass ich es bei der Untersuchung mit Drüsen zu thun hatte, die im Reizungszustande sich befanden, während die damit verglichenen Magenschleimdrüsen bereits das Maximum ihrer Reizung hinter sich hatten. In der That gleichen die Drüsenzellen thätiger Magenschleimdrüsen, wie wir sie durch Ebstein kennen, in hohem Grade den Zellen der Brunner'schen Drüsen.

Sodann habe ich die Zellen der Brunner'schen Drüsen des Menschen mit denen der Schleimdrüsen der Lippen direkt verglichen. Zerzupft man möglichst frische Schleimdrüsen bei Zusatz von Chlornatrium von $^1/_2$ $^0/_0$, so erhält man leicht ähnliche Zellenhaufen isolirt, wie bei analogem Verfahren aus den Brunner'schen Drüsen. Diese Zellenhaufen lassen ebenfalls keine Zellengrenzen erkennen, dagegen klare runde Kerne. Die Zellsubstanz enthielt ganz ähnliche Drüsenkörner, wie die der Brunner'schen Drüsen,

1) l. c. p. 526.

aber, wie mir schien, in geringerer Menge; überdies fanden sich ziemlich zahlreich feine Fettkörnchen darin vertheilt. Durch Essigsäure wurden die Zellen stärker getrübt, als die der Brunner'schen Drüsen. Auffallend war es, dass nach Behandlung der noch von der Propria umschlossenen Alveolen mit Kalilauge ganz ähnliche Bilder auftraten, wie bei den Brunner'schen Drüsen. Der Inhalt der Alveolen nahm ein eigenthümlich streifiges Aussehn an, die Körnchen lösten sich, die Kerne blähten sich auf und schliesslich trat die ganze Masse nach dem Platzen der Membrana propria streifig aus dem Alveolus heraus. An Zellen, welche durch Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit isolirt waren, habe ich ferner die oben beschriebenen schuppenförmigen Zellenfortsätze leicht wahrnehmen können. Nach Allem habe ich den Eindruck erhalten, als wenn die Drüsenzellen der Mundschleimdrüsen mehr, wie alle anderen, mit denen der Brunner'schen Drüsen übereinstimmen. Diese Uebereinstimmung zeigen aber nur die Zellen der Alveolen, da ja wie bereits oben erwähnt, die Schleimdrüsen sich von den Brunner'schen dadurch beträchtlich unterscheiden, dass ihren Ausführungsgängen ein ganz anderes Epithel zukommt.

Was endlich die Alveolenzellen der Speicheldrüsen betrifft, so habe ich nur die der Kaninchen-Submaxillaris untersucht und zeigen diese allerdings einen ganz ähnlichen Bau, wie die entsprechenden Zellen der Schleim- und Brunner'schen Drüsen. Man vergleiche nur die Angaben, welche Heidenhain[1]) über den feineren chemischen Aufbau dieser Zellen macht, und wird die Aehnlichkeit nicht verkennen können.

Fassen wir das Beobachtete zusammen, so haben wir einerseits eine nahe Verwandtschaft der secernirenden Elemente der Brunner'schen Drüsen zu den Zellen der Magenschleimdrüsen und Hauptzellen der Labdrüsen kennen gelernt, andererseits eine noch grössere Aehnlichkeit der Zellen der Brunner'schen Drüsen mit denen der Schleimdrüsen und einiger Speicheldrüsen. Die Aufgabe der physiologischen Forschung wird es nun sein, festzustellen, in wie weit diese Uebereinstimmung im Bau einer Uebereinstimmung in den Leistungen der genannten Drüsen entspricht. Nach Middeldorpf[2]) besitzt ein Infus der Brunner'schen Drüsen das Ver-

1) Beiträge zur Lehre von der Speichelabsonderung. Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. 4. Heft. p. 8 ff.

2) l. c. p. 27.

mögen, aus Stärke Zucker zu bilden, in hohem Grade. Mit dieser Beobachtung stimmt eine Angabe v. Wittich's[1]), der zu Folge der zwischen Pylorus und der Einmündungsstelle des pancreatischen Ganges gelegene Theil der Duodenalschleimhaut ein diastatisches Ferment an Glycerin abgiebt. Für Untersuchungen dieser Art dürften sich besonders die Brunner'schen Drüsen des Schweines oder Ochsen empfehlen, die leicht in genügender Menge aus dem Duodenum herauszupräpariren sind, sodass man hinreichendes Material für die Anfertigung eines Infusum erhält, ein Material, das frei von Elementen der Lieberkühn'schen Drüsen ist.

Die von mir beobachtete grosse Aehnlichkeit der Zellen der Brunner'schen Drüsen mit denen der Magenschleimdrüsen legt uns ferner die Vermuthung nahe, es möchte das Sekret der ersteren sich in ähnlicher Weise an der Verdauung der Eiweisskörper betheiligen, wie es von Ebstein für die Magenschleimdrüsen beschrieben ist. In der That fand neuerdings Krolow (Berliner klinische Wochenschrift 1870. N. 1. p. 8), dass durch ein wässriges Infus der Brunner'schen Drüsen des Schweins bei einer Temperatur von 35° C. Blutfibrin in kurzer Zeit gelöst wird, nicht aber coagulirtes Albumin.

3. Bemerkungen über die Lieberkühn'schen Drüsen.

Meine Untersuchungen über die Lieberkühn'schen Drüsen haben sich vorzugsweise mit der Frage beschäftigt, in welcher Weise die zelligen Elemente dieser Drüsen Abweichungen im Bau von dem der Zellen der Brunner'schen Drüsen erkennen lassen. In dieser Beziehung bin ich nun, wie bereits oben erwähnt, zu der Ueberzeugung gekommen, dass beide Zellenarten total verschieden sind, dass zwischen ihnen mindestens eine so grosse Differenz besteht, wie zwischen Beleg- und Hauptzellen der Labdrüsen[1]).

---

1) Weitere Mittheilungen über Verdauungsfermente. Pflüger's Archiv 1870.

2) Ich sehe dabei ganz ab von der Verschiedenheit des Baues der in den Lieberkühn'schen Drüsen vorkommenden Becherzellen, die nicht weiter hervorgehoben zu werden braucht, und behandle nur die nicht in Becher metamorphosirten Zellen. Das Verhältniss der letzteren zu den Becherzellen ist übrigens bei den von mir untersuchten Thieren nach Anwendung ein und derselben Methode ein sehr verschiedenes. Während z. B. beim

Zur Beobachtung der Drüsen im frischen Zustande eignet sich am besten die Flächenansicht der Aussenseite des Darms kleinerer Säugethiere (Maus, Ratte, Fledermaus) nach Abpräpariren der Muscularis. Stellt man den Tubus an solchen Präparaten auf die äussersten Enden der Lieberkühn'schen Drüsen ein, so nimmt man das in Fig. 15 wiedergegebene Bild wahr. Man bemerkt klare, durch eine scharfe Linie von der Umgebung abgegrenzte Blasen mit kleinem, runden, centralen Lumen. Der Raum zwischen letzterem und dem Randcontour ist von einer klaren Zellenmasse ausgefüllt, die weder Kerne noch Zellengrenzen erkennen lässt, dagegen häufig fein radiär gestrichelt erscheint, das erste Zeichen beginnender Trübung. Sofort in die Augen fallen aber 3 bis 4 kleine Haufen dunkler, glänzender Körner, die dicht um das centrale Lumen herumgruppirt sind, wodurch dann, wie bereits oben erwähnt wurde, ein Bild zu Stande kommt, ähnlich wie es die kleinen pancreatischen Drüsen des Darms im frischen Zustande zeigen.

Bei grösseren Thieren lässt sich natürlich die eben erwähnte Methode nicht mehr anwenden. Es wird hier vielmehr nöthig, die Lieberkühn'schen Drüsen durch Zerzupfen des Gewebes in Jodserum oder Kochsalzlösungen von $^1/_2$ % zur Anschauung zu bringen. Ich habe dies beim Schwein und Rind ausgeführt und auch an ganz frischen Präparaten nicht mehr klare Drüsenzellen wahrnehmen können, sondern körnig getrübte, so dass es hier schon schwerer wird, sie von denen der Brunner'schen Drüsen zu unterscheiden. Ausserordentlich klar treten aber die Unterschiede beider Zellenarten an den Zellen hervor, die mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt worden sind. Dem oben von den Brunner'schen Drüsen gegebenen Bilde gegenüber zeigen sich dann die Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen folgendermassen beschaffen (Fig. 16 c). Sie sind cylindrische Gebilde von etwas grösserer Länge, wie die Zellen der Brunner'schen Drüsen, mit breiterem peripherischen und schmalerem centralen, dem Lumen zugekehrten Ende. Das peripherische Ende läuft bei den Zellen, welche dem blinden Ende der Drüse nahe liegen, seitlich in eine scharfe, schnabelförmige Spitze aus,

---

Schwein Becherzellen bis tief in die Drüsenschläuche hinab regelmässig vorkommen, vermisse ich sie in den Schläuchen des Hundes. In Betreff des Baues der Becherzellen verweise ich auf die Abhandlung von F. E. Schulze: Epithel- und Drüsenzellen. Dieses Archiv. Bd. III, 1867, und die Figuren 19 und 27 seiner Tafel XI, 10 und 11 auf Tafel XII.

mittelst deren jede Zelle ein wenig über die äussere Fläche ihrer Nachbarzelle hinüberragt (Fig. 16 a, c, d). Der Kern erscheint stets sehr deutlich als ovales, granulirtes Gebilde, durch einen scharfen Contour von der homogenen Zellsubstanz abgesetzt und unweit der äusseren, dem Lumen abgekehrten Oberfläche der Zelle gelegen. Es macht oft den Eindruck, als liege der Kern nur lose innerhalb einer Vacuole der Zellsubstanz, und in der That erhält man häufig Bilder, wo der Zellkörper an der Stelle des Kernes nur eine entsprechend gestaltete Lücke zeigt (Fig. 16 f). In noch anderen Fällen erscheint die Zellsubstanz auf eigenthümliche Weise verstümmelt und der Kern liegt dann frei daneben (Fig. 16 g). Die homogene Grundsubstanz der Zelle zeigt nun aber noch eine weitere Eigenthümlichkeit, indem sie sich durch Karmin intensiv färbt, während die Zellkörper des Epithels der Brunner'schen Drüsen stets sich nur blass rosa färben. Zuweilen findet man unter den beschriebenen cylindrischen Zellen noch andere kleinere und polyedrisch gestaltete, deren Zellsubstanz sich aber ganz so verhält, wie die der cylindrischen (Fig. 16 e). Vielleicht haben wir diese kleineren Zellen als Ersatzzellen anzusehen. Möglich wäre es aber auch, dass sie nur verstümmelte cylindrische Zellen vorstellen. Ich bin auf diese Frage nicht weiter eingegangen. — Eine Membran besitzen die Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen ebenso wenig, wie die der Brunner'schen, und muss ich hier ausdrücklich bemerken, dass die centralen, dem Lumen zugekehrten Enden ihrer Zellen keinen sogenannten Deckel tragen, wie die Epithelzellen der Zotten, sondern, ohne von einer Membran überzogen zu sein, frei in das Drüsen-Lumen hineinschauen, eine Beobachtung, welche mit einer schon von F. E. Schulze[1]) ausgesprochenen Ansicht vollkommen übereinstimmt.

Das bisher über die Drüsenzellen der blinden Enden der Lieberkühn'schen Drüsen Ausgesagte gilt nun der Hauptsache nach auch für die weiter nach der inneren Darmoberfläche zu gelegenen Zellen derselben. Sie sind ebenfalls homogen und deckellos, zeichnen sich aber dadurch aus, dass sie senkrecht zur Längsaxe der Drüsen stehen, während die erstbeschriebenen Zellen schief gestellt sind, weil ihr peripherisches Ende dem blinden Grunde der Drüsen näher liegt, als das centrale, dem Lumen zugekehrte. Eine natürliche

---

1) Epithel- und Drüsenzellen. Dieses Archiv Bd. III. p. 191.

Folge dieser Anordnung ist die bereits oben erwähnte geringere Breite dieses letzteren Endes. Bei den senkrecht zur Schlauchaxe stehenden Zellen finden wir dagegen beide Cylinderenden ziemlich gleich breit. Der Kern liegt auch hier wieder in dem dem Lumen entferntesten Theile der Zelle, rückt aber, je weiter wir die Zellen nach der Schleimhautoberfläche zu verfolgen, ganz allmählig mehr und mehr in das Innere der Zelle hinein.

Ganz anders, wie die bisher beschriebenen Zellen, verhalten sich die Zottenepithelien. Sie erscheinen nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit stets körnig; ferner liegt der Kern nicht an ihrer Basis, die dem peripherischen Ende der Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen entspricht, sondern stets in der Mitte, und endlich ist die Basis der Zottenepithelzellen nicht glatt, sondern wurzelt mit Fortsätzen in der Schleimhaut. Ueberdies haben wir hier den Deckel als weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal. Die erwähnten Unterschiede sind nun aber bedeutend genug, um jeden Gedanken an eine Identität der Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen mit den Zottenepithelien von der Hand zu weisen. Die Lieberkühn'schen Drüsen sind nicht Einstülpungen des Zottenepithels, sondern selbstständige ganz charakteristisch ausgestattete Drüsen.

Damit stimmt denn auch überein, dass sich eine selbstständige Membrana propria an ihnen nachweisen lässt, die ganz ähnlich gebaut ist, wie die anderer Drüsen. Eine solche überkleidet als isolirbare Membran einen jeden Drüsenschlauch vom blinden Ende an bis dicht unter die Zottenbasis, soweit eben der Schlauch die für die Lieberkühn'schen Drüsen charakteristischen Zellen enthält. Beim Isoliren der Schläuche bleibt die Propria oft an dem umgebenden Bindegewebe haften; in anderen Fällen — und dies gelingt besonders leicht am Duodenum des Rindes nach Maceration in Müller'scher Flüssigkeit — lässt sie sich ihrer ganzen Länge nach mit dem Zellenschlauche isoliren und erscheint dann als eine zarte, allseitig die Drüsenzellen umschliessende, glashelle Membran, die von Stelle zu Stelle ovale Kerne erkennen lässt, wie ich es in Fig. 17 dargestellt habe.

Schliesslich möge hier noch die Bemerkung Platz finden, dass die Lieberkühn'schen Drüsen häufig Schlängelungen und zuweilen auch Biegungen ihres Schlauches erkennen lassen. So kommen zuweilen Drüsen vor, deren Schlauch eine ähnliche Drehung und kno-

tige Aufwicklung an einer Stelle wahrnehmen lässt (Fig. 18), wie ich sie oben von den Schläuchen der Brunner'schen Drüsen beschrieben habe.

Freiburg i. B., im Juli 1871.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. V.

Fig. 1. (Zeis C II). Flächenansicht einer kleinen pancreatischen Drüse des Kaninchen-Duodenum.

Fig. 2. (F II). Drüsenzellenhaufen einer Brunner'schen Drüse des Schweins, frisch durch Zerzupfen aus der Propria entleert und in Kochsalzlösung von $^1/_2$ $^0/_0$ untersucht.

Fig. 3 (D II). Stücke Brunner'scher Drüsen des Schweins durch Behandlung mit concentrirter Salzsäure isolirt. a und b Endblasen, ebenso bei c. d ein Schlauchstück mit Seiten- und Endblasen. In e sind mehrere Endschläuche dargestellt, wie sie am Rande flacher linsenförmiger Brunner'scher Drüsen vorkommen.

Fig. 4. Schematische Darstellung eines Schlauchstücks einer Brunnerschen Drüse. Man erkennt bei d eine Theilung des Schlauches in 2 gleich dicke, aber ungleich lange Aeste; ausserdem erkennt man die 3 Arten von Windungen, die Schlängelungen, Knickungen und bei c eine Drehung des Schlauches. a, a, a Endblasen. b, b Seitenblasen.

Fig. 5. Schematische Darstellung einfacher Schlängelungen des Drüsenschlauches.

Fig. 6. Schematische Darstellung einer Drehung des Drüsenschlauches um seine Längsaxe.

Fig. 7 (F II). Zellen aus den Brunner'schen Drüsen des Schweins nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit. Man erkennt an den Kanten der Zellen stäbchenförmige Gerinnsel. b und d zeigen ein stark gequollenes centrales (dem Lumen zugekehrtes) Ende. In b ist eine eigenthümliche netzförmige Gruppirung der Körner wahrzunehmen.

Fig. 8 (F II). Zellen der Brunner'schen Drüsen des Schweins nach Behandlung mit Chromsäure von $^1/_{30}$ $^0/_0$. a Zellen mit schnabelförmigen Fortsätzen.

Fig. 9 (F II). Aus den Brunner'schen Drüsen des Hundes (Müller'sche Flüssigkeit). a gewöhnliche Drüsenzellen. b Drüsenzelle mit anliegender Keulenzelle. c isolirte Keulenzellen. d Stück der Membrana propria.

Fig. 10. a Oberflächenansicht eines Alveolus der Brunner'schen Drüsen des Hundes. Zwischen den gewöhnlichen Drüsenzellen bemerkt man

einen kleinen glänzenden eckigen Fleck. b die betreffende Stelle stark vergrössert (F II).

Fig. 11 (F II). Schnitt durch die Brunner'schen Drüsen des Schweins, Alkohol-Präparat. Man erkennt ein der Länge nach getroffenes Schlauchstück mit radialen Bälkchen. Bei a ist ein Stück eines Bälkchens abgelöst und ragt frei in das Lumen hinein.

Fig. 12. Schematische Darstellung des Verlaufes der radialen Kanälchen B bei der Annahme, dass die polygonalen oberflächlichen Netze durch den schuppenförmigen Fortsatz der Zellen von der Membrana propria getrennt werden; A bei der Annahme, dass jene Netze unmittelbar unter der Propria liegen.

Fig. 13 (F II). Aus den Magenschleimdrüsen des Schweins. A bei Einstellung auf die äusserste Oberfläche eines Schlauches, B bei etwas tieferer Einstellung gezeichnet. In letzterem Falle erkennt man ein schönes Netzwerk mit polygonalen Maschen. Bei a, a, a ist die Lage des Kernes in ihrer Beziehung zu der dazu gehörigen Masche des Netzwerks angedeutet.

Fig. 14 (D II). Alveolen der Brunner'schen Drüsen des Menschen mit kernhaltiger Membrana propria.

Fig. 15 (F II). Flächenansicht der Enden der Lieberkühn'schen Drüsen aus dem Darm der Ratte. Man erkennt um die kleinen centralen Lumina herum kleine Körnerhaufen.

Fig. 16 (F II). Zellen aus den Lieberkühn'schen Drüsen des Hundes Präparat aus Müller'scher Lösung.

Fig. 17 (D II). Lieberkühn'sche Drüse des Rindes mit schöner kernhaltiger Membrana propria. Müller'sche Lösung.

Fig. 18 (D II). Lieberkühn'sche Drüse des Rindes durch concentrirte Salzsäure isolirt, eine Drehung des Schlauches um die Längsaxe zeigend.

Zur Kenntniss vom Baue des Zellkerns.

Von

Dr. **Th. Eimer,**

Privatdocent und Prosector der Zootomie zu Würzburg.

Hierzu ein Holzschnitt.

Vor Kurzem habe ich eine Eigenthümlichkeit im Bau der Kerne aus den Zellen der Haut der Maulwurfsschnautze beschrieben[1]), darin bestehend, dass der helle Hof, welcher das Kernkörperchen jener Zellen bei Betrachtung im optischen Durchschnitt umgibt, von dem äusseren, einen weiteren Ring bildenden dunkleren Theile des Kerns abgegrenzt war durch einen regelmässigen Kreis feiner Körnchen, die durch Einwirkung von Chlorgold ganz dieselbe Färbung erlangten, welche dieses Reagens den Nervenelementen mittheilt. Durch Wechseln der Einstellung ergab sich, dass die helle Kugel, in deren Mittelpunkt das Kernkörperchen liegt, und welche im optischen Querschnitt als Hof erscheint, auf ihrer ganzen Oberfläche von den Körnchen besetzt ist, die eben im Querschnitt einen Kreis darstellen.

Seitdem ist es mir gelungen, den Körnchenkreis in fast allen Zellkernen, in welchen ich ihn suchte, mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit nachzuweisen, und zwar in frischen Zellen ebensowohl als in Präparaten, welche mit Chlorgold oder anderen Reagentien behandelt waren. Ich traf ihn in den Zellen der Haut verschiedener Thiere, in Bindegewebszellen, — auch in den Neurogliakernen —, in Granulosazellen, in den Kernen von Spinalganglien, in den sympathischen Ganglien des Frosches, in den Zellen der glatten Muskulatur, u. s. w. — kurz ich überzeugte mich davon, dass das Vor-

---

1) In: »die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug,« dieses Archiv Bd. VII S. 189 und Taf. XVII Fig. 8.

handensein des Körnchenkreises eine allgemeine Eigenschaft des in voller Lebensthätigkeit befindlichen Kernes sei.

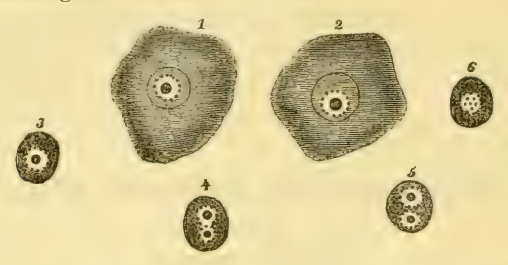


Fig. 1 und 2 Spinalganglien. Fig. 3 bis 6 Kerne aus Granulosazellen des Natterneies.

Fast immer umgab das Kernkörperchen auch der schon von Anderen beschriebene helle Hof. In manchen Fällen aber schien der ganze Kern aus ein und derselben Masse zu bestehen und nur durch die Körnchen wurde er dann in eine äussere und in eine innere Abtheilung geschieden.

Der Körnchenkreis ist überall durchaus regelmässig. Seine Elemente haben mit den Körnchen, welche ausserdem da und dort im Kern zerstreut liegen, nichts zu thun; sie sind im Gegensatz zu diesen in einem und demselben Kern ziemlich von gleicher Grösse. Verschieden ist aber ihre Grösse in verschiedenen Arten von Zellen: in manchen messen sie nicht einmal 0,3, in anderen bis 0,7 μ. Der Durchmesser des Körnchenkreises betrug in 20 μ. breiten Kernen aus der Granulosa des Natterneies 8,5, in 10 μ. breiten Kernen von Spinalganglien 5,4 μ. Der Hof bildete dort einen 3,5, hier einen 1 μ. breiten Ring um das Kernkörperchen.

Nachdem ich die allgemeine Verbreitung der beschriebenen Verhältnisse erkannt hatte, musste ich mich darüber wundern, dass dieselben bei der Deutlichkeit und Schärfe, mit welcher sie so häufig auftreten, nicht früher schon Beachtung gefunden haben. Als ich die Präparate der Sammlung der hiesigen Anstalt durchsah, fand ich jenen Bau in den Kernen der meisten derselben, ja, der Körnchenkreis ist in den Kernen verschiedener Zellen sogar in Abbildungen der Lehrbücher, wahrscheinlich von Hülfs-Zeichnern, angedeutet worden, ohne dass er des Weiteren berücksichtigt worden wäre.

Selbst in den so kleinen Neurogliakernen ist der Körnchenkreis deutlich. In einem mit Chlorgold behandelten Präparat von

Spinalganglien des Menschen aus der hiesigen Sammlung bestand derselbe aus so feinen Elementen, dass er nur mit den stärksten Vergrösserungen zu erkennen war und auch das wohl nur in Folge der Einwirkung des Chlorgoldes. Er war aber hier um so schöner und man konnte sich um so unzweifelhafter von seiner Eigenschaft als einer specifischen Bildung überzeugen, weil ausser den Körnchen, aus welchen er zusammengesetzt war, keine anderen in dem feinen, gleichmässigen Kerninhalt sich fanden. Ein heller Hof war hier um das Kernkörperchen nicht zu sehen. Dagegen war ein solcher deutlich in sympathischen Ganglienzellen, wo auch die Körnchen viel grösser sich zeigten.

J. Arnold hat (Stricker's Handbuch Fig. 33, c.) Querdurchschnitte von glatten Muskelzellen abgebildet mit dem hellen Hof um das Kernkörperchen, welch letzteren er auch im Text beschreibt. Ich sah auch hier um den Hof herum deutlich den Körnchenkreis.

In der Haut und überhaupt in geschichtetem Plattenepithel, trifft man die geschilderten Verhältnisse am schönsten in den mittleren und unteren Epithellagen. Schabt man sich aber Epithelien von der Oberfläche der Zunge ab, so findet man häufig einen sehr hübschen Körnchenkreis um den geschrumpften Kern herum, welcher Kreis nicht zu verwechseln ist mit einer ähnlichen Anordnung von Protoplasmakörnchen, wie sie häufig im Körper derselben Zellen zu sehen ist. Es muss jenes Vorkommen wohl so erklärt werden, dass der Körnchenkreis in seiner ursprünglichen Grösse und Gestalt bestehen blieb, nachdem der äussere Kernring sich durch ihn hindurch und in ihn hinein mit der übrigen Kernmasse und mit dem Kernkörperchen in Eins zusammengezogen hatte.

Es ist demnach der Kern der thierischen Zelle ein zusammengesetzteres Gebilde, als man bisher angenommen hat: das Kernkörperchen ist von zwei in einander geschachtelten Schalen umschlossen, deren äussere, gewöhnlich von einer Membran umgebene, aus feinkörniger Masse zusammengesetzt ist, während die innere entweder ebenso beschaffen, oder aber hell und körnchenlos ist und dann wohl aus einer strukturlosen Substanz besteht. Zwischen beiden Schichten liegt, wiederum schalenartig angeordnet, eine Lage feiner Körnchen.

Diese Körnchen der Goldreaction wegen als Nervenelemente hinzustellen, wage ich ohne weitere Anhaltspunkte nicht. Nähere Untersuchungen werden aber doch darauf zu richten sein, ob und in

welcher Beziehung sie zu den Nervenfädchen stehen, welche man im Kern oder im Kernkörperchen endigen lässt, oder ob sie nicht die Ausgangs- oder Endpunkte noch feinerer Strukturverhältnisse sind.

Die innere Kernschale — der helle Hof im Querschnitt — mag, wie angegeben, gewöhnlich aus einer strukturlosen Masse bestehen; da und dort aber schien er mir einen Hohlraum darzustellen. Hierüber werde ich in meiner nächsten Arbeit [1]) Einiges zu berichten haben.

Hier nur noch Folgendes: wenn zwei Kernkörperchen in einem Kern liegen, so ist jedes derselben von einem hellen Hof und von einem Körnchenkreis umgeben [2]). Man sieht nun in Bildern, wie deren eines in Fig. 4 dargestellt ist, dass die zwei Höfe und Kreise der neuentstandenen Kernkörperchen aus dem einen des Mutterkernkörperchens hervorgegangen sind durch Abschnürung. Die Abschnürung ist aber nicht zugleich eine Halbirung, sondern der Kreis des einen der neuen Kernkörperchen schnürt sich als viel kleinerer Theil — nach Art einer Ausbuchtung, einer Sprosse — von dem ursprünglich vorhandenen Mutterkreis ab, um sich erst später zu erweitern, so dass das eine der neuen Kernkörperchen mit seinem Zubehör dem anderen gegenüber wie ein Stiefkind erscheint.

Schliesslich noch die Bemerkung, dass ich den Körnchenkreis auch im Keimbläschen junger Eier gesehen zu haben glaube.

---

1) Untersuchungen über die Eier einiger Reptilien.

2) Vergl. die Schnautze des Maulwurfs etc., l. c.

Berichtigungen zu Bd. 7 dieses Archivs.

S. 344 Zeile 5 statt und lies von.
- 351 - 18 - η (2) lies ζ.
- 353 - 24 - 1 gramm lies 10 gramm.
- 356 Anm. Zeile 3 statt pag. 361 lies pag. 350.
- 357 Zeile 12 statt pag. 12 bis pag. 62 lies pag. 12, — pag. 62.
- 358 - 1 ebenso pag. 13, — p. 68.
- 362 - 16 statt deren lies daran.
- 362 - 30 - eingebildet lies einmal gebildet.

Ueber den feineren Bau und die Entwickelung der Gehörschnecke der Säugethiere und des Menschen.

Von

Dr. **J. Gottstein** in Breslau.

Hierzu Taf. VI, VII und VIII.

Die Arbeit, die ich in Folgendem der Oeffentlichkeit übergebe, ist das Resultat von Untersuchungen, die ich seit längerer Zeit in dem Institut des Herrn Professor Waldeyer und mit dessen freundlicher Unterstützung vorgenommen hatte. Ich habe darüber bereits im Jahre 1869 in der Innsbrucker Naturforscherversammlung berichtet. Im vorigen Jahre war ich eben im Begriff, die Arbeit druckfertig zu machen, als ich durch meine Einberufung zu den Fahnen daran gehindert, mich darauf beschränken musste, eine vorläufige Mittheilung (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1870, Nr. 40) zu machen. Nach neunmonatlicher Unterbrechung wieder zu meiner Arbeit zurückgekehrt, war indess das Buch Böttcher's: „Ueber Entwickelung und Bau des Gehörlabyrinths, nach Untersuchungen an Säugethieren, Dresden 1869" erschienen. Es musste mir um so mehr daran gelegen sein, auf diese Schrift vor Abschluss meiner Bearbeitung des Gegenstandes noch Rüchsicht zu nehmen, als Böttcher auf Grund meiner vorläufigen Mittheilung die Priorität in Betreff des grösseren Theils meiner Angaben für sich reklamirte. Ich brauche wohl nicht erst noch einmal die bereits (Centralblatt 1870, Nr. 55) gegebene Versicherung zu wiederholen, dass mir der Inhalt der Böttcher'schen Arbeit bis dahin in keiner Weise und in keiner Beziehung zugänglich gewesen war. So erfreulich auch

unsere Uebereinstimmung in vielen Punkten ist, so ergeben sich doch der Differenzpunkte immer noch eine genügende Anzahl. Ich habe mich bemüht, jetzt, nachdem ich von Böttcher's Werk Kenntniss nehmen konnte, meine Befunde einer erneuten Controlle zu unterwerfen und übergebe sie mit gutem Gewissen der Oeffentlichkeit. Da ich davon ausgegangen war, den Bau der ausgebildeteren Schnecke zu erforschen und auf die embryonale Entwickelung nur in soweit Rücksicht zu nehmen, als es zur Aufklärung der histologischen Bedeutung der Gewebe nöthig war, so ist die Zahl der Entwickelungspräparate eine relativ kleine geblieben und die Arbeit Böttcher's wird bei der Mannigfaltigkeit der Entwickelungsstadien, die er zu beobachten Gelegenheit hatte, eine der werthvollsten Bereicherungen der Wissenschaft bleiben. Was ich aber für meine Arbeit besonders hervorzuheben mir erlaube, ist, dass es mir gelungen war, mehr wie anderen Autoren, die menschliche Schnecke zu berücksichtigen und auf gewisse wichtige Unterschiede zwischen ihr und der Schnecke der Thiere aufmerksam zu machen.

Was die Zeichnungen anbelangt, so sind dieselben von Herrn cand. med. Baer unter steter Controlle des Herrn Prof. Waldeyer und der meinigen getreu nach der Natur meist mit dem Oberhäuser'schen Zeichenprisma gemacht worden, und wir haben es uns angelegen sein lassen, die Wahrheit manchmal selbst auf Kosten der Klarheit des ganzen Bildes wiederzugeben. Ich vermied jede Schematisirung, die ich nur für ein Lehrbuch vortheilhaft halte.

Ich will von den von mir versuchten Untersuchungsmethoden nur diejenigen hervorheben, die ich als die geeignetsten gefunden habe. Für die frische Untersuchung eignet sich ausser dem Humor aqueus eine Chromsäurelösung von 1 : 2000 bis 3000 und die Ueberosmiumsäure 1 : 500 bis 1000. Nachdem ich die Schneckenkapsel soviel als möglich frei gelegt und an einer Stelle geöffnet habe, lege ich sie in die bezeichnete Flüssigkeit auf 24—36 Stunden, sodann suche ich ein Stückchen der lamina spiralis auf das Glas zu bringen und zerzupfe es in derselben Flüssigkeit, mit der sie behandelt worden ist. Man erhält in dieser Weise besonders die Pfeiler und die Haarzellen in gutem Zustand und kann die in Chromsäure behandelten Präparate, wenn man sie gut zukittet, sogar längere Zeit aufbewahren.

Um gute Flächenansichten des ganzen akustischen Endapparates, sowie besonders der lamina reticularis zu erhalten, empfehle ich

das Chlorpalladium (1 : 1000). Zur Herstellung guter Querschnitte halte ich es für gerathen, die Schnecke vor der Entkalkung zu erhärten. Zu diesem Behuf lege ich die Schnecke auf 24 Stunden in eine Lösung von Chlorpalladium 0,1 p. c. oder Ueberosmiumsäure 0,5 bis 1 p. c., je nach der Grösse der Schnecke, sodann auf eben so lange Zeit in absoluten Alcohol, schliesslich in die Entkalkungsflüssigkeit, wozu ich Chromsäure $^1/_4$ bis 1 % oder Chlorpalladium 0,1 p. c. mit $^1/_{10}$ Theil Salzsäure nehme. Nach der vollständigen Entkalkung wird die Schnecke, nachdem sie 24 Stunden in absolutem Alcohol wieder ausgewaschen worden ist, in frisches Rückenmark oder Leber eingebettet und nochmals in Alcohol gelegt. Wenn man Leber benutzt, so schneidet man ein der Grösse der Schnecke entsprechendes Stück aus der Mitte heraus, füllt die Höhlung mit Leimglycerin und legt dann die Schnecke hinein. Besondere Vorzüge bietet indess diese Ausfüllungsmethode im Allgemeinen nicht.

Ich kann hier die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne Herrn Professor Waldeyer für die Art und Weise, mit der er durch Rath und That meine Untersuchungen förderte und durch geistige Anregung meine Bestrebungen unterstützte, noch öffentlich meinen Dank auszusprechen.

Wir können histogenetisch dreierlei Gewebsarten in der Zusammensetzung der Schnecke unterscheiden, die sich auch in ihrer physiologischen Bedeutung mehr oder minder auseinander halten lassen, und zwar:

1) die aus Knorpelgewebe sich entwickelnde knöcherne Kapsel;

2) die aus embryonalem Schleimgewebe hervorgehende knöcherne Axe mit den theils knöchernen, theils bindegewebigen Wandschichten der Schneckentreppen; und

3) die epitheliale Auskleidung des Schneckenkanals, an die sich die Endausbreitung des Gehörnerven anschliesst.

Die Schneckenkapsel.

Dieselbe ist beim Menschen und den von mir untersuchten Säugethieren (mit Ausnahme des Meerschweinchens, bei dem das knöcherne Gehäuse mit seinen freien Windungen in die Bulla hineinragt) der Art in die Knochensubstanz des Felsenbeins eingebettet, dass sie sich von der Umgebung nur durch ihren compakteren Bau unterscheidet. Eine scharfe Grenze lässt sich in der Schnecke

der Erwachsenen zwischen beiden nicht finden. Das Gewebe der die Schneckenhöhlen zunächst umgebenden Knochenkapsel ist arm an Knochenzellen und bildet, wie bereits Kölliker dargethan, eine Art Glaslamelle. Nach aussen zu nehmen allmählig die Knochenzellen an Zahl zu, dieselben werden grösser, die Markräume mehren sich und das Knochengewebe hat den spongiösen Charakter des Felsenbeins angenommen.

Was die Entwickelung der Schneckenkapsel anbelangt, so lässt sich nicht leugnen, dass diejenige Schicht, die den inneren Hohlraum umgiebt, am frühzeitigsten verknöchert und dass diese Verknöcherung relativ selbständig fortschreitet (Reichert); wenn indess Böttcher (l. c. S. 62) es als Fundamentalsatz aufstellt: „dass die knöcherne auch bei erwachsenen Individuen aus dem Felsenbeine ausschälbare Labyrinthkapsel aus dem ursprünglichen intrakapsulären Bindegewebe in gleicher Weise wie die Scheidewände, die lamina modioli, die Spindelwand und die lamina spiralis sich entwickelt, dass dagegen die äussere, ebenfalls aus Knochensubstanz bestehende Umhüllung derselben durch Metamorphose der hyalinknorpligen Kapsel entsteht“, so muss ich dem widersprechen. Nach meinen Beobachtungen ist die Schneckenkapsel knorplig vorgebildet und entwickelt sich durch Schmelzung der Knorpelkapseln in derselben Weise wie das Knochengewebe des Felsenbeins. Dafür spricht nicht nur, dass beim Meerschweinchen, wo das Schneckengehäuse nicht von dem Knochen des Felsenbeins umgeben ist, sondern frei daliegt, sich dasselbe knorplig vorgebildet findet, dass sich beim Kalbe Knorpelreste in derselben Weise wie bei der Verknöcherung der übrigen knorplig präformirten Knochen bis zu den innersten Lagen der Kapsel beobachten lassen, sondern dass ich auch an einer Schnecke, die der Leiche eines einjährigen Kindes entnommen war, die verknöchernden Reste des Knorpels bis hart an den Rand des ligamentum spirale verfolgen konnte. Ob noch nebenbei eine Verknöcherung durch Ablagerung osteogener Zellen von Seiten des Periostes stattfindet, kann ich nicht bestreiten, jedenfalls kann der Antheil des Periostes an der Bildung der Knochenkapsel kein wesentlicher sein.

Die Schneckenaxe und die lamina spiralis ossea.

Wesentlich andere Charaktere zeigt der aus embryonalem Schleimgewebe hervorgegangene knöcherne Modiolus, sowie die la-

mina spiralis ossea. Dazu bestimmt, dem Stamm des nervus acusticus bis zu seinem Eintritt in den canalis cochlearis einen Halt und Durchgang zu gewähren, stellen sie ein System von mehr oder minder grossen Kanälchen dar, die dadurch gebildet werden, dass die Wände einer grösseren Höhlung durch Knochenbrücken nach verschiedenen Richtungen durchzogen werden (Fig. 1 R), um die Faserbündel des Nerven zwischen sich durchzulassen. Da, wo die Schneckenaxe in die knöcherne lamina spiralis übergeht, findet sich regelmässig ein solch grösserer Kanal, der canalis spiralis modioli Rosenthalii, der das ganglion spirale des nervus cochleae enthält (Fig. 1 G). Das Knochengewebe der die Kanälchen umschliessenden Lamellen ist von zarter, leicht zerbrechlicher Beschaffenheit und hat, besonders deutlich beim Menschen, zahlreiche, kleine Blutgefässe führende Räume. In all' diesen Lücken, sowie in den Nervenkanälchen selbst findet sich ein netzförmiges Gewebe, das mit seinen feinen Maschen die Nervenbündel und Gefässe umspinnt und in seinem Aussehen am meisten dem reticulären Bindegewebe gleicht (Fig. 3 a). Es besteht aus runden Zellen, die durch feine Verästelungen mit einander anastomisiren und das zierlichste Bild eines feinmaschigen Netzwerks darstellen.

Von anderen Autoren scheint nur Löwenberg dieses Gewebe beobachtet zu haben, indess auch nur für die Habenula ganglionaris. Böttcher und Deiters beschreiben Bindegewebszüge, welche beide Lamellen der lamina spiralis ossea mit einander verbinden bei Embryonen und jungen Thieren; aber während Böttcher (l. c. S. 167) damit nur die Faserzüge meint, die später verknöchern und die „säulenförmigen Knochenbälkchen" bilden, zwischen denen die radiär verlaufenden Nervenfasern durchgehen, nimmt Deiters (Untersuchungen über die lamina spiralis membranacea, Bonn 1860, S. 78) für ältere Individuen an, dass „die Verknöcherung kein eigentliches Knochengewebe, keine tela ossea mehr zu Stande bringt, sondern eben nur eine Ablagerung kalkiger Concretionen, welche mikroskopisch ganz das Ansehen der makroskopisch spongiösen Substanz wiederholen. Ich habe das erwähnte intermediäre Bindegewebe nicht nur in der Habenula ganglionaris, sondern im ganzen Verlauf des Modiolus und der lamina spiralis ossea und nicht nur bei ganz jungen Individuen, sondern auch in Schnecken erwachsener Menschen beobachtet und glaube, dass es persistirende Reste des embryonalen Bindegewebes sind, aus dem, wie Böttcher zuerst angegeben

hat, das Knochengewebe des modiolus und der lamina spiralis hervorgeht.

Das Periost der Schneckenaxe und der knöchernen lamina spiralis zeichnet sich hauptsächlich durch seine Zartheit aus und schwindet an der tympanalen Seite der lamina spiralis stellenweise vollständig (Löwenberg). Es zeigt zwischen den feinen Bindegewebsfasern sternförmige Pigmentzelllen (Corti) und zahlreiche schwarzpigmentirte Zellen einschliessende Kalkablagerungen (Waldeyer).

Lamina spiralis membranacea.

Wir unterscheiden an derselben zwei Hauptabtheilungen, die sogenannte crista spiralis und die lamina basilaris. Beide bieten sowohl in ihrer äusseren Gestalt, als in ihrem histologischen Bau bedeutende Verschiedenheiten, so dass wir sie gesondert betrachten müssen.

Crista spiralis

(Zähne erster Reihe Corti, crista acustica Huschke, limbus laminae spiralis Henle, bandelette sillonnée Löwenberg)
Fig. 1, Fig. 3, Fig. 5.

Dieselbe bildet sowohl ihrer Lage als ihrer Structur nach den Uebergang von der knöchernen lamina spiralis zur häutigen lamina basilaris und stellt eine eigenthümliche, wulstartige Auflagerung auf der ersteren dar, die an ihrem inneren Anfang nur niedrig, allmählig hügelartig ansteigend mit einem scharfen Vorsprung — dem labium vestibulare Henle — nach Aussen endet. Indem die Oberfläche dieses Wulstes nach Innen von unregelmässig, bald queren bald schrägen, weiterhin mehr nach Aussen von fast ganz parallel verlaufenden radiären Furchen durchzogen wird, erscheint sie von der Fläche aus gesehen als in eine Anzahl von fast gleich grossen Abtheilungen geschieden, die wegen ihrer Aehnlichkeit mit einer Reihe von der vorderen Fläche aus gesehenen Schneidezähne „Gehörzähne" (Fig. 5 F) genannt worden sind und nach der Axe zu sich in eine Anzahl rundlicher oder länglicher Bildungen fortsetzen, Rippen oder Wülste (Kölliker). Die Furchen sind ausgefüllt mit kleinen, rundlich eckigen Zellen, auf deren Natur ich noch zu sprechen komme.

Obgleich in Bezug auf Länge und Höhe der crista sich bei den verschiedenen Thiergattungen, sowie bei denselben Individuen in verschiedenen Windungen mannigfache Abweichungen zeigen, so bleibt doch die geschilderte Grundform einer mit Furchen durchzogenen, im Durchschnittsbilde hakenförmige Auflagerung überall dieselbe. Indess so einfach und leicht diese Verhältnisse der äussern Gestaltung festzustellen sind, so schwierig ist die Entscheidung, welche Stellung die Crista unter den Geweben einnimmt. Um diese Frage zu entscheiden, thun wir gut, die crista in feinen Durchschnitten zu betrachten. Wir bemerken alsdann auch hier sowohl in verschiedenen Stadien der Entwickelung als bei den einzelnen Thiergattungen Differenzen, auf die bereits Löwenberg (La lame spirale du limacon de l'oreille de l'homme et des mammifères, Paris 1867) zum Theil aufmerksam gemacht hat. Als constante Elemente können wir eine eigenthümliche, nahezu homogene Grundsubstanz mit zahlreichen eingestreuten sternförmigen Zellen und eine die obere Fläche der crista einnehmende Reihe von Epithelzellen betrachten. Die Grundsubstanz ist nicht scharf gegen das darunter liegende Knochengewebe der lamina ossea abgegrenzt, so dass die Zellen der letzteren in der Grundsubstanz der crista wiederkehren; in manchen Fällen ist letztere mehr oder minder streifig und von der lamina ossea durch Faserzüge getrennt. Sowol Deiters als Kölliker haben bereits auf diese Streifung aufmerksam gemacht, aber während letzterer nur ganz allgemein sagt, die crista bestehe aus einem mehr gleichartigen und nur da und dort streifigen Bindegewebe, hält Deiters die Streifung für eine „unnatürliche und unwesentliche," hervorgerufen durch mechanische Eingriffe bei der Präparation. Erst Löwenberg (l. c. S. 23) hat diese Verhältnisse eingehender studirt und ich kann seine Angaben im Allgemeinen bestätigen, zum Theil ergänzen und berichtigen. In den letzten Monaten des embryonalen Lebens wird, wie Löwenberg gezeigt hat, die Hauptmasse der crista von streifigem Bindegewebe der Art gebildet, dass von der Stelle, wo die Reissner'sche Membran von der crista abgeht, das Periost der lamina ossea sich in zwei Lagen theilt, von denen die eine in letztere Membran übergeht, die andere in mehr oder minder straffen Faserbündeln die crista bis zur membrana basilaris hin durchzieht; nur der obere, äussere Theil ist frei von Fasern. Auch nach der Geburt lassen sich diese Faserzüge, wenn auch nicht in der früheren Mächtigkeit,

nachweisen. Je weiter die Entwickelung vorschreitet, desto mehr nimmt die Grundsubstanz der crista eine homogene Beschaffenheit an, ohne, beim Menschen wenigstens, die Streifung vollständig zu verlieren. In der crista der Schnecke eines 26jährigen Mannes (Fig. 3 S) kann man eine doppelte Streifung beobachten. Zunächst sieht man eine zarte, aber ganz deutliche Streifung etwas nach Unten und Innen von der Reissner'schen Membran beginnend (x), sich in einer wenig geschwungenen Linie, die Concavität vestibulärwärts, nach Aussen bis zum labium tympanicum (y) hinziehen und so die Scheidegrenze zwischen der crista und der darunter liegenden lamina ossea bilden; von diesem radiären Faserzug gehen nun in gewissen Abständen von einander fast parallel verlaufende dünne Fasern nach Oben und schliessen zwischen sich rundliche Zellen ein (z). Bei älteren Thieren lässt sich diese Streifung weniger deutlich nachweisen, nur beim Hunde fand ich sie leicht erkennbar ausgeprägt. Ich halte dieses eigenthümliche Verhalten zur Beurtheilung der Textur der crista für nicht unwesentlich. Die Meinungen der Autoren über diese Bildung gehen bis jetzt auseinander. Hensen betrachtet, gestützt auf embryologische Untersuchungen, die Gehörzähne als „umgewandelte Epithelzellen". Kölliker ist geneigt, diese Ansicht zu adoptiren, obgleich ihn der Umstand zweifelhaft macht, dass „er an der Habenula sulcata keine Spur einer Abgrenzung der oberflächlichen Lage gegen das darunter liegende Bindegewebe findet." Dem entgegen rechnen Deiters und Löwenberg das Gewebe der crista zum Bindegewebe, ohne ihm eine bestimmte Stellung geben zu können, Böttcher endlich bezeichnet sie als knorplige Spiralleiste.

„Unter den Geweben der Bindesubstanzen, sagt Deiters (l. c. S. 19) „behält das Gewebe seine selbständige Stellung; keiner der hierher gehörigen Arten lässt es sich einfach unterordnen." — „Der eine Umstand könnte hervorgehoben werden, dass die unterste Partie des Gewebes hier jedenfalls als Bildungsstätte der unterliegenden Knochenplättchen anzusehen ist."

Henle lässt es ungewiss, ob man die crista (limbus laminae spiralis) als eine periostale oder subperiostale Bildung auffassen soll, deren Gewebe „eher dem Gewebe der Basalmembranen, als dem Knorpelgewebe verwandt ist." Auch Böttcher präcisirt den Charakter des Gewebes nicht genau. Er spricht von der „knorpligen Spiralleiste", von einer „Zahnsubstanz" und den damit ver-

wachsenen Epithelien. Wie er dazu kommt, die Spiralleiste knorplig zu nennen, ist mir nicht recht einleuchtend, da er selbst die Entwickelung der crista aus dem intracapsulären Bindegewebe genau beschreibt, und von den Charakteren des Knorpels dieselbe nur den unwesentlichen einer eigenthümlichen Härte zeigt. An einer andern Stelle spricht er auch wieder von einem „indurirten Bindegewebe". Auch den Begriff der „Zahnsubstanz" definirt er histologisch nur in soweit, als er angibt, dass „in jungen Entwickelungsstadien an ihrer Stelle bei starken Vergrösserungen feingestreifte, kernhaltige Faserbündel erkannt werden können, welche sich aus dem Bindegewebsstratum erheben".

Ich glaube, diese Unbestimmtheit hört auf, wenn wir mit Waldeyer das Gewebe der crista als eine osteoide Substanz im Müller-Virchow'schen Sinne auffassen. Hierfür spricht nicht allein die knorpelähnliche, nahezu homogene, aber nicht knorpelgleiche Beschaffenheit der Grundsubstanz mit eingestreuten Knochenkörperchen gleichen Zellen, sondern vor Allem auch die Entwickelungsgeschichte. Embyologische Untersuchungen lassen es zweifellos, dass die crista gleichzeitig und im Zusammenhang mit der lamina ossea aus dem intracapsulären Bindegewebe hervorgeht, so dass sie in diesem Sinne als eine periostale Bildung aufgefasst werden kann. Nach und nach entwickelt sich ähnlich, wie Virchow die Entstehung des osteoiden Gewebes aus wuchernden Schichten des Periostes nachgewiesen hat, indem die Grundsubstanz eine mehr homogene Beschaffenheit annimmt und indurirt, eine der Knochenstruktur ähnliche Masse, „ein Vorgebilde des Knochens," „ein Aequivalent des Knorpels". Diese Umbildung ist bei den Säugethieren mit dem Aufhören des embryonalen Lebens beendet, während beim Menschen die periostale Entstehungsweise durch Erhaltenbleiben einzelner Faserbündel sich auch späterhin noch verräth.

Es scheint überhaupt, dass die Verwandtschaft der osteoiden Substanz der crista mit Knochensubstanz bei Thieren viel deutlicher hervortritt, als beim Menschen, indem sie bei einzelnen Thieren, wie dies Waldeyer von Fledermäusen gezeigt hat, bis auf die am meisten vestibulärwärts gelegenen Schichten geradezu verknöchert ist.

Als besonders wichtig müssen wir hervorheben, in welches Verhältniss die Bildung der crista sich zum Epithel des ductus cochlearis

stellt. Wie Kölliker bekanntlich zuerst nachgewiesen hat, ist der ganze ductus cochlearis im embryonalen Leben von einem Epithel ausgekleidet. Indem die crista sich bildet, erhebt sich nach Böttcher's Untersuchungen am inneren Rand des Schneckenkanals ein anfänglich mehr stumpfer, späterhin mehr scharfer Kamm gegen den Kanal, „durch welchen das Epithel gegen dessen Lumen vorgeschoben wird. Bei der Erhebung und Vergrösserung der Oberfläche dieses Kammes flacht sich das Epithel ein wenig ab und geht nun wieder continuirlich an Höhe verlierend, in die Epithellage der oberen Wand, welche sich bereits durch die hervortretende scala vestibuli zur Vorhofswand gestaltet, ohne Absatz über". Von diesen Angaben Böttcher's kann man sich leicht überzeugen; dagegen können wir seinen Worten über die weitere Gestaltung des Epithels nicht beistimmen. Böttcher sagt: „Auf dem vorspringenden bindegewebigen Kamm ist die Grenze des aufsitzenden Epithels anfänglich noch scharf zu unterscheiden, sehr bald tritt aber eine innige Verschmelzung ein und schon an dem folgenden, weiter abwärts liegenden Querschnitt derselben Schnecke sehen wir die Grenzlinie zwischen den Cylinderzellen der ursprünglichen Labyrinthblase und dem darunter liegenden Bindegewebsstratum verwischt. Erstere sind zwar seitlich durch Contouren noch deutlich von einander geschieden und stehen wie Pallisaden auf der kammförmigen Erhöhung, aber das untere Ende derselben verliert sich völlig in der Zwischensubstanz des Bindegewebes und kann nicht abgegrenzt werden".

Ich muss dem aus theoretischen Gründen und nach meinen Beobachtungen widersprechen. Eine solche Verschmelzung heterologer Gewebe, wie des Epithels des ductus cochlearis und des osteoiden Gewebes der crista würde im Organismus kein Analogon finden. Ebensowenig habe ich an guten, hinreichend dünnen Querschnitten eine solche Verschmelzung beobachten können. Ich fand bei embryonalen Schnecken und Schnecken neugeborener Thiere, die auf der crista aufliegenden Epithelien stets deutlich von allen Seiten contourirt (Fig. 26 und 27 S). Es gelingt auch sehr leicht, durch Maceriren in Glycerin oder Jodserum das Epithel zu entfernen, was mit der Annahme einer Verschmelzung kaum vereinbar wäre. Eigenthümlich wäre es auch, wenn auf derselben crista, wie es Böttcher in Fig. 27 a und c, Fig. 24 A e und f zeichnet, an einer

Stelle eine Verschmelzung stattfände, während sie dicht daneben unterbleibt.

Bei älteren Individuen verschwindet auf den Vorsprüngen der Zähne das Epithel vollständig und nur in den interdentalen Furchen findet man die rundlich-eckigen Zellen, die man um so eher als die Epithelzellen zu betrachten berechtigt ist, als ihr Zusammenhang mit dem Epithel der Reissner'schen Membran, wie mit dem des sulcus spiralis sich an manchen Präparaten nachweisen lässt, wie Waldeyer und ich wiederholt beobachtet haben.

Ob nun dieses eigenthümliche Verhalten des Epithels dadurch bedingt wird, dass, wie Waldeyer annimmt, wenn sich unter dem Epithel das mächtige Lager der osteoiden Substanz entwickelt, sowie oberhalb desselben die dicke Cuticularbildung der membrana tectoria abgelagert wird, ein Theil derselben verkümmert und nur die in den interdentalen Furchen liegenden erhalten bleiben, oder ob, wie Böttcher angibt, das Gewebe der crista, „die Zahnsubstanz, sich in Form von Fortsätzen zwischen die Epithelien bis an die Oberfläche von unten her hineinschiebt und dort angelangt, sich ein wenig mehr ausbreitet", also in dieser Weise spaltenförmige Trennungen des Epithels bewirkt, will ich noch unentschieden lassen, dabei aber auf die interessante und Waldeyer's Ansicht unterstützende Thatsache aufmerksam machen, dass beim Menschen, wo, wie wir sehen, die Corti'sche Membran nicht die ganze obere Fläche der crista bedeckt, sondern etwa in der Mitte zwischen der Ansatzstelle der Reissner'schen Membran und dem labium vestibulare beginnt, die Umwandlung der Epithelzellen in die interdentalen rundlichen Körperchen nur soweit stattfindet, als die Corti'sche Membran reicht und dass nach Innen davon (Fig. 3 c) ein continuirliches Lager unveränderter Epithelzellen erhalten bleibt, das in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Epithel der Reissner'schen Membran steht.

Es erübrigt noch, auf einen Irrthum einiger Autoren über die Gestaltung der obern Fläche der crista aufmerksam zu machen. „Die obere Fläche des limbus spiralis", sagt Henle (Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen, 1866, S. 786), „ist mit biegsamen, umgekehrt kegelförmigen, d. h. von der Basis gegen die Oberfläche an Breite zunehmenden Warzen versehen, deren kreisrunde oder der kreisrunden Form sich nähernde Endfläche sämmtlich in einer Ebene liegen". Auch Löwenberg beschreibt solche Bildungen.

Er sagt (l. c. p. 25): „La surface supérieure porte des saillies et des fossettes alternantes. Ces saillies se présentent sur la coupe sous forme de dentelures carrées ou arrondies, les fossettes sous forme d'incisions dans les quelles on voit certains corpuscules". Böttcher hat dagegen schon hervorgehoben, dass thatsächlich keine cylindrischen Wülste vorhanden sind und dass Präparate, wie sie Henle (Fig. 607) und Löwenberg (Fig. 5) abbilden, nur durch Zerstörung der in den Furchen liegenden Epithelreste entstanden sein können. Ich stimme mit Böttcher überein, dass die obere Fläche der crista bei erhaltenem Epithel völlig eben ist und glaube nur, dass die erwähnten, dem widersprechenden Zeichnungen Henle's und Löwenberg's daher rühren, dass die Schnitte nicht parallel den radiären Furchen oder Zähnen gemacht sind und so bei theilweisem oder gänzlichem Verlust des Epithels bald eine Furche, bald einen Zahn abwechselnd treffen und in Folge dessen alternirende Vorsprünge (dentelures) und Einschnitte (incisions) bilden. In Bezug endlich auf die Frage, ob die crista Blutgefässe enthält, muss ich mich gegen Deiters auf die Seite Kölliker's, Löwenberg's und Böttcher's stellen. Ich habe sowohl spiral als radiär verlaufende Gefässe in der Crista beobachtet (Fig. 4 v). Diess gilt auch vom Menschen, was ich gegen Löwenberg behaupten muss, indem ich wiederholt an der Grenze zwischen Crista und der darunter liegenden lamina ossea ein Gefäss gesehen habe, das einen Ast in die Crista selbst hineinschickte.

Membrana vestibularis (Henle).
(Reissner'sche Membran Kölliker).

Ueber die Existenz dieser Membran werden wohl kaum noch heute Zweifel aufkommen können, ebenso wenig über ihre Ansatzpunkte am Anfange des obern Randes der Spiralleiste und an der äussern Schneckenwand. Trotz der Dünnheit der Membran können wir drei Gewebsstrata in ihr unterscheiden, eine bindegewebige Grundlage, eine Epithelauskleidung nach der Seite des ductus cochlearis und eine Endothelschicht nach der der Vorhofstreppe zu. Wesentlich übereinstimmend sind die Angaben der Autoren über das Epithel: es ist ein einschichtiges abgeplattetes Epithel und steht in direktem Zusammenhang mit dem Epithel der Crista wie mit dem Epithel der äussern Wand des Schneckenkanals. Genetisch ist es nichts Andres als das Epithel, welches im embryonalen Leben

die vestibuläre Seite des Schneckenkanals einnimmt und ist insofern als dem letztern angehörig zu betrachten. Von der epithelialen Auskleidung des ductus cochlearis ist es derjenige Theil, der ausser dem Epithel des sulcus spiralis externus in der Fortentwickelung der Schnecke die wenigsten Veränderungen erleidet. Schwieriger zu erkennen sind die Verhältnisse des bindegewebigen Theils der Reissner'schen Membran, und ist eine Uebereinstimmung der Autoren hierin nicht erzielt. Kölliker sagt: „die Reissner'sche Membran besteht, abgesehen von dem Epithel aus einer dünnen Lage einfacher Bindesubstanz (d. h. dichten Netzen von Bindegewebskörperchen) mit zahlreichen Capillaren. Bei ältern Kalbsembryonen war die Reissner'sche Haut auf der Seite der scala vestibuli von einer hellen gleichartigen Lage, ähnlich einer Basement membrane, bedeckt, die auch sonst in der scala vestibuli sich fand und zur Bindesubstanz des Periost's zu gehören schien, während bei menschlichen Embryonen des fünften und sechsten Monats an dieser Stelle ein deutliches Epithel zur Beobachtung kam.“ Reissner lässt sie aus einer strukturlosen Lamelle bestehen. Nach Henle lässt sie sich nicht in Fasern zerlegen, enthält aber einzelne plattelliptische Kerne und weitmaschige Netze feiner Capillargefässe. Hensen unterscheidet ein Epithelium und eine Bindegewebslage, die letztere an ihren ovalen, glänzenden zerstreuten Kernen kenntlich, ebenso findet Middendorp die Membran strukturlos, glashell mit zerstreuten, runden, ovalen, glänzenden Körpern, während Winiwarter sie aus feinfaserigem Bindegewebe mit engen Maschen, eingestreuten Kernen und elastischen Fasern bestehen lässt. Der Grund zu diesen Widersprüchen liegt in der grossen Schwierigkeit, gute, hinreichend dünne Querschnitte zu erlangen. Meist erhält man Schnitte, in denen das Epithel oder das Endothel die Bindegewebsschicht vollständig verdecken. Isolirte Flächenansichten der Membran sind nur selten darzustellen; dieselben rufen leicht den Anschein hervor, als würde die Bindegewebsschicht eine homogene Schicht mit eingestreuten Zellen darstellen. Behandelt man indess die Membran mit Argent. nitricum, dann werden die zwei Lagen der Bindegewebsschicht deutlich erkennbar, zuerst die Mosaikzeichnung des Endothels mit ihren Kernen, darunter die hyaline Schicht, durch die man das Epithel des ductus cochlearis durchschimmern sieht. Etwas ganz ähnliches hat offenbar auch Böttcher beobachtet; er sagt (l. c. S. 158): „der Zellkörper der Epithelien ist

feinkörnig und die einzelnen Zellen nach Art einer Mosaik gegeneinander abgegrenzt, die Kerne der obern Lamelle liegen dagegen in einer homogenen Schicht, die indess an gefärbten Präparaten auch eine Theilung in Felder, wenn auch nicht in so regelmässige, wie die untere, erkennen lässt. Diess erklärt sich daraus, dass die Ausläufer der Zellen sich verzweigen und mit einander verbinden, wodurch dem dünnen Häutchen eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Epithel verliehen wird.“ Dass diese Erklärung Böttcher's nicht richtig ist, sieht man am Besten an den mit Argentum nitricum behandelten Präparaten; man überzeugt sich an ihnen, dass diese Theilung in Felder keine theilweise, sondern eine ganz regelmässige ist und nicht von Ausläufern der Zellen herrührt, sondern die Contouren von Zellen selbst darstellt, und dass die homogene Substanz nicht eine hyaline Intercellularsubstanz ist, sondern — wie man sich durch verschiedene Einstellung des Mikroskops überzeugen kann — eine besondere mittlere Schicht bildet. Auch an Querschnitten, besonders an mit Prikrinsäure behandelten, tritt die hyaline Substanz als eine besondre mittlere Schicht deutlich hervor.

Die membrana vestibularis führt zahlreiche Blutgefässe, das wird von allen Autoren bestätigt, nur Böttcher behauptet, dass die Gefässe, die er bei Schaf- und Rinderembryonen in der Membran beobachtet hat, später ausnahmslos zu schwinden scheinen, wenigstens hat er in der Vorhofswand ausgebildeter Thiere nie Blutgefässe angetroffen; er lässt aber doch insofern eine Ausnahme gelten, als er an einer andern Stelle seines Buches sagt: „vielleicht, dass auch die Vorhofswand bei erwachsenen Thieren hin und wieder gefässhaltig ist.“

Labium vestibulare und labium tympanicum cristae spiralis.

Schon zu der Zeit, wo in der embryonalen Schnecke die ersten Andeutungen der crista spiralis — wie Böttcher dargethan hat, durch Verdichtung des ursprünglichen Schleimgewebes — sich zeigen, beobachtet man, dass einerseits die obere Fläche der Spiralleiste sich der Art in das Epithel des ductus cochlearis hineindrängt, dass der grössere der zwei Epithelialanhäufungen, die wir weiterhin als die Anlagen des akustischen Endapparats kennen lernen werden, der sogenannte grosse Epithelialwulst, ein wenig überdacht wird,

andererseits ihre untere Fläche sich zwischen diesen und den darunterliegenden Nervenfasern bis zu dem Punkte hineinschiebt, wo sie — etwa an der Grenze zwischen dem grossen und kleinen Epithelialwulst — in die lamina basilaris übergeht. Je mehr sich nun in der weitern Entwickelung der von mir oben nachgewiesene osteoide Charakter der Crista ausprägt, desto schärfer springt die obere Fläche hakenförmig über den eigentlichen Körper vor und bildet das labium vestibulare (Fig. 1 u. 2 V), und desto bestimmter tritt der untere Theil der Crista als Scheidewand zwischen dem grossen Epithelialwulst und den Nervenfasern auf und bildet, indem er mit dem untern Blatt der lamina spiralis ossea zusammentrifft, das labium tympanicum (Fig. 1, u. 2 T).

Das labium vestibulare ist entsprechend dem obern Theil der Crista von homogener Beschaffenheit, während die Fasern des untern Theils der Spiralleiste derartig concentrisch verlaufen, dass sie sich nahezu an dem äussern Ende des obern Blattes des labium tympanicum treffen (Fig. 1 T, Fig. 2 T).

So zweifellos seit Kölliker's Entdeckung der Durchtritt der Nerven durch das labium tympanicum in den ductus cochlearis feststeht, so verschieden sind die Angaben, in welcher Weise diess geschieht. Kölliker nimmt nach der Seite des Schneckenkanals auf dem labium tympanicum eine Reihe durch seichte Furchen von einander getrennte längliche Vorsprünge (scheinbare Zähne), an, welche an ihren äussern Enden Spalten oder kanalförmige Lücken zum Durchtritt der Schneckennerven haben. Henle lässt den äussern Theil der vestibulären Platte des labium tympanicum durch radiäre Streifung in Wülste abgetheilt sein, an deren peripherischem Ende sich eine Reihe von Löchern finden, „die bei einer gewissen Focaleinstellung sich wie längliche, radiäre Spalten ausnehmen. Durch Aenderung des Focus werden sie zu kreisrunden Oeffnungen, deren Durchmesser der Breite der Spalten gleichkommt und so gelangt man zu dem Schlusse, dass es kurze, die Membran schräg durchbohrende Kanäle sind, die an der einen und zwar an der untern Fläche spaltförmig beginnen und sich zur Cylinderform verengen."

Löwenberg beschreibt die Nervenkanälchen als ziemlich complicirte Röhren, er lässt sie aus zwei mit ihren Spitzen vereinigten abgestumpften Kegeln zusammengesetzt sein; die Basis des obern Kegels bildet die spaltförmige Oeffnung nach dem ductus

cochlearis zu, der untere Kegel setzt sich nach Unten über die hyaline Substanz des labium tympanicum hinaus fort und seine Basis ist durch ein mit kleinen Löchern versehenes, in schräger Richtung von Innen und Oben nach Unten und Aussen gehendes Septum geschlossen. Böttcher endlich lässt die Nervenkanäle aus einer eigenthümlichen Verschmelzung der beiden Blätter des labium tympanicum hervorgehen. Nach ihm befindet sich zwischen diesen Blättern, während die Zahnbildung am labium vestibulare erfolgt (9 Cm. langer Katzenembryo, 10,5 Cm. Schafembryo), ein spiraler continuirlicher Spalt, durch den die von ihnen eingeschlossenen Nervenfasern zu den Zellen des embryonalen Schneckenkanals treten. „Die Verschmelzung geschieht in der Weise, dass sich in regelmässiger Entfernung von einander von der obern zur untern Lamelle tretende Brücken bilden, welche Nervenfasern zwischen sich fassen und dadurch in Bündel zerlegen. Die Durchtrittsstellen der letztern erscheinen dann als Löcher, welche kurz vor (d. h. nach innen zu von) der Vereinigung beider Blätter sich vorfinden.“

Nach meinen Beobachtungen kann ich keinem dieser Autoren vollständig beistimmen. Böttcher gegenüber finde ich, dass das untere Blatt des labium tympanicum, weder in der Schnecke junger, noch erwachsener Individuen, in irgend einer Beziehung zur Bildung der Habenula perforata beiträgt. Die Nerven treten durch das obere Blatt des labium tympanicum in einer deutlich messbaren Entfernung vor seiner Vereinigung mit dem untern Blatt (Fig. 1 u. 3 Y) in den Schneckenkanal. Ob zu einer bestimmten Zeit des embryonalen Lebens wirklich ein spiraler Spalt zwischen den beiden Blättern zum Durchtritt der Nerven besteht, wie es Böttcher annimmt, ist mir zu sehen nicht gelungen. Dieser Spalt müsste aber viel grösser sein, als ihn Böttcher in seinen Abbildungen Tafel V, Fig. 23, Tafel VI, Fig. 24a zeichnet, wenn damit die Figg. 33 und 34 seiner Tafel IX in Einklang gebracht werden sollen. Letztere Figuren zeichnen nämlich ganz richtig, und wie ich selbst es gefunden habe, den Nervendurchtritt durch das obere Blatt des labium tympanicum der Art, dass immer noch ein Theil des obern Blattes nach Aussen von der Habenula perforata zu liegen kommt, der im Verhältniss zu dem spiralen Spalt in den Fig. 23 und 24 zu gross erscheint. Ebensowenig kann ich Löwenberg beistimmen, wenn er sagt (l. c. S. 32), dass die Nervenfasern, bevor sie in das labium tympanicum gehen, ein siebförmiges Septum durch-

bohren; auch sind mir niemals Bilder, wie sie dieser Autor in Figur 6 Tafel II giebt, begegnet. Ueber die Beschaffenheit der Nervenkanäle können überhaupt Querschnitte nur sehr schwer aufklären. Dieselben sind zu klein, um als Lücken deutlich zu werden, selbst wenn der Schnitt genau radiär einen Kanal durchsetzt. Es ist mir deswegen noch viel unerfindlicher, wie Löwenberg sogar ein durchlöchertes Septum will gesehen haben. Man kann, meiner Ueberzeugung nach, in dieser Weise nicht einmal die Frage entscheiden, ob jede Nervenfaser für sich die Substanz des labium tympanicum durchbohrt, oder ob die Nervenfasern durch einen gemeinschaftlichen Kanal durchgehen. Erst Flächenansichten lassen die radiären Spalten sehen, von denen man um so eher annehmen kann, dass sie die Ausgangsöffnungen von Kanälen sind, als an Präparaten, bei denen zufällig die unterhalb der Habenula perforata liegende lamina ossea mit den zwischen ihren beiden Blättern liegenden dunkelrandigen Nervenfasern bei der Präparation losgelöst ist, auch die entsprechende Eingangsöffnung für die Nerven zu Gesicht kommt, wie ich es ganz eklatant bei einem mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Präparat des Herrn Prof. Waldeyer sehen konnte. Dass sich die Wände dieser Kanäle in eine dichte Reihe länglicher Vorsprünge im ductus cochlearis fortsetzen, wie Kölliker annimmt, davon habe ich mich, ebensowenig wie Löwenberg, weder an Querschnitten noch an Flächenansichten überzeugen können und ich halte es für räthlich, die Benennung der scheinbaren Zähne vollständig fallen zu lassen; wenigstens hat diese keinen Werth.

Canalis sulci spiralis (sulcus spiralis internus).

Die zwischen dem labium vestibulare und tympanicum bleibende tiefe Furche oder Ausbuchtung ist bekanntlich beim Embryo durch den sogenannten grossen Epithelialwulst ausgefüllt. Hensen und Böttcher haben bereits die Verhältnisse studirt, die zur Bildung des sulcus spiralis beitragen. Sie nehmen an, dass er durch Schwund des grossen Epithelialwulstes entsteht. Es ist zweifellos, dass der Raum, der durch den allmähligen Schwund des grossen Epithelialwulstes sich bildet, zum sulcus spiralis beiträgt; ich muss indess nach meinen Beobachtungen constatiren, dass bei neugeborenen Hunden zu einer Zeit, wo dieser Wulst weder an Höhe, noch an Breite, noch überhaupt an seiner Conformation irgend eine

wesentliche Veränderung erlitten hat, sich bereits ein beträchtlicher Kanal gebildet hat, der begrenzt wird von innen durch das Epithel des sulcus, nach oben vom Zahn der crista und der Corti'schen Membran, nach aussen vom grossen Epithelialwulst und nach unten vom Epithel des labium tympanicum (Fig. 25 und 26 L). Ich glaube deswegen zu der Annahme berechtigt zu sein, dass dieser Kanal des sulcus spiralis ursprünglich dadurch sich entwickelt, dass durch Wachsen der beiden Labien, besonders des labium tympanicum, der grosse Epithelialwulst mehr nach aussen rückt und zwischen sich und dem Epithel des sulcus eine Lücke lässt, die durch späteren Schwund des Epithelialwulstes allmählig grösser wird. Da diese Lücke einen allseitig geschlossenen Raum darstellt, so wähle ich dafür die Bezeichnung „canalis sulci spiralis". Ueber das Epithel dieses Kanals werde ich später sprechen.

Lamina basilaris (lamina spiralis membranacea der älteren Autoren).

Die lamina basilaris (Fig. 2 C, 3 O, 5 C) ist die directe Fortsetzung des labium tympanicum und wir finden in ihr die histologischen Elemente wieder, denen wir in den beiden Blättern des labium begegneten, nämlich eine zellige, tympanalwärts gelegene und eine hyaline Schicht, die dadurch zur mittleren wird, dass bei der Schnecke der Erwachsenen von der vestibulären Seite noch eine Lamelle hinzukommt, die wir wegen ihrer Beschaffenheit mit Böttcher als Faserstratum bezeichnen wollen. Dieses Faserstratum gehört streng genommen dem Epithel des ductus cochlearis an und tritt erst dann auf, nachdem sich aus dem kleinen Epithelialwulst der akustische Endapparat entwickelt hat. Von der Fläche aus gesehen, erscheint es bald in seiner ganzen Länge wie beim Menschen und Meerschweinchen (Fig. 5 C), bald nur in seinem äusseren Theil, d. h. von den Fussplatten der äusseren Pfeiler an, gestreift (Fig. 23 C); auch im ersteren Fall ist die Streifung des äusseren Theils deutlicher und regelmässiger ausgesprochen, als der innere und hat die Bezeichnung zona pectinata erhalten. Die Streifung rührt, wie ich mit Henle und Böttcher annehmen muss, von einer wirklichen Faserung her, und es ist nicht schwer, an frisch in schwacher Chromsäurelösung behandelten Präparaten das Auseinandergehen der Fasern zu beobachten. Obgleich mir ebenso wenig wie Bött-

cher der directe Beweis auf entwickelungsgeschichtlichem Wege gelungen ist, so halte ich es doch mit letzterem Autor für wahrscheinlich, dass das Faserstratum eine cuticulare Ausscheidung ist. Hierfür spricht nicht nur der directe Uebergang der Bogenpfeiler in das Faserstratum und der Umstand, dass, wie Böttcher sagt, „sich beinahe mit Sicherheit eine Entstehung jener Fasern aus dem Bindegewebsstratum der zona pectinata von der Hand weisen lässt", sondern auch meine Beobachtung, dass das Faserstratum gleichzeitig mit der Bildung des akustischen Endapparats aus dem kleinen Epithelialwulst entsteht zu einer Zeit, wo die Bindegewebsstrata der lamina basilaris ihre Entwickelung bereits vollendet haben. Weiterhin wird allerdings die Verklebung des Faserstratums mit der darunter liegenden Bindegewebsschicht der lamina basilaris eine so innige, dass seine Isolirung nur selten zu Stande kommt. Seine Bestimmung scheint darin zu bestehen, den akustischen Endapparat mit der eigentlichen bindegewebigen Wandung fest zu verbinden, wenigstens ist es auffallend, wie leicht sich zu der Zeit, wo das Faserstratum noch nicht gebildet hat, also in der embryonalen Schnecke und bei ganz jungen Thieren, der kleine Epithelialwulst in seiner Totalität von der lamina basilaris abhebt, während späterhin meist bald der eine, bald der andere Theil des Corti'schen Organs haften bleibt, wenn durch die Präparation letzteres von der lamina basilaris losgelöst wird.

Was die beiden anderen Lagen der lamina basilaris betrifft, so ist nach den embryologischen Untersuchungen Böttcher's, die ich in den meisten Punkten bestätigen, in einzelnen ergänzen kann, ihre Bildung aus dem intracapsulären Bindegewebe als zweifellos zu betrachten. Der Vorgang ist dabei ein ähnlicher, wie bei der Bildung der membrana vestibularis. Während das embryonale Schleimgewebe zur Entwickelung der Scala tympani sich allmählig verflüssigt und schwindet, bleibt an der unteren Wand des ductus cochlearis, wie Böttcher sagt, „eine breite Zone dichtgedrängter, kleiner, stern- und spindelförmiger Körperchen mit feinen und kurzen Ausläufern, die in eine homogene Intercellularsubstanz eingebettet sind. Diese Zellen treten anfangs unmittelbar an die epithelialen Elemente des Schneckenkanals heran. Hierauf sieht man an der Grenze zwischen beiden eine äusserst feine Membran sich bilden, gegen welche nicht selten die Ausläufer der unter ihr liegenden Körperchen gerichtet erscheinen. In dem Maasse als dann die Entwickelung fortschreitet,

wird das über der zelligen Schicht liegende Häutchen dicker und schärfer begrenzt, während diese selbst an Mächtigkeit einbüsst."

So weit Böttcher, dessen Beschreibung auch meinen Beobachtungen entspricht. Indess so leicht es ist, in verschiedenen Entwickelungsstadien sich von der Bildung dieser mehr hyalinen Schicht zu überzeugen, so schwierig ist die Beantwortung der Frage, woraus sich dieselbe bildet, oder mit anderen Worten, ob dieselbe aus der Zone spindelförmiger Zellen hervorgeht, von denen ein Theil dauernd als tympanale Schicht der lamina basilaris übrig bleibt, oder ob sie bereits von vornherein differenzirt ist und nur der directen Beobachtung entgeht. Böttcher nimmt das erstere an, er sagt: „Es kann nicht bezweifelt werden, dass die hyaline Lamelle der membrana basilaris aus dem zelligen Stratum hervorgeht". Ich kann dieser Meinung nicht beistimmen. Böttcher selbst hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass bei älteren Embryonen, aber auch noch bei neugeborenen Katzen an Flächenpräparaten langgestreckte, spindelförmige, radiär verlaufende Körperchen in der zona pectinata zu sehen sind; ähnliche Beobachtungen haben auch Kölliker, Middendorp und Winiwarter gemacht. Ich kann diese Beobachtungen dahin ergänzen, dass in Schnecken ein Jahr alter Kinder noch constant eine Lage dicht gedrängter, spindelförmiger Zellen gefunden wird, deren Ausläufer radial ziehen und die sich mit den darunter liegenden spiral verlaufenden Zellen fast rechtwinkelig kreuzen. Middendorp (zur Histologie und Entwickelung der Schnecke, Monatsschrift der Ohrenheilkunde 1868, Nr. 11), glaubt, dass die Streifen auf der zona pectinata sich aus diesen radialwärts gehenden, länglichen Zellen entwickeln. Ich habe bereits die Gründe auseinandergesetzt, weshalb das Faserstratum als eine cuticulare Ausscheidung des Epithels im ductus cochlaris anzusehen ist und ich glaube um so mehr zu der Annahme berechtigt zu sein, dass die mittlere Schicht der lamina basilaris aus dieser Lage von radial verlaufenden, spindelförmigen Zellen hervorgeht, als ich auch an Querschnitten von Menschenschnecken (Fig. 3 q) eine deutliche Faserung der mittleren Schicht bei starker Vergrösserung beobachten konnte. Es ist wohl auch nicht anzunehmen, wie es nach Böttcher's Ansicht geschehen müsste, dass zwei Lamellen von so verschiedener Textur, wie die mittlere und die tympanale Schicht sind, aus demselben Bildungsstoff hervorgehen; auch scheint mir der Schluss nicht ungerechtfertigt, dass in den Schnecken der Thiere

ein gleicher Vorgang stattfindet, wie beim Menschen, nur dass das Verschwinden der radial verlaufenden Spindelzellen mit dem Aufhören des embryonalen Lebens nahezu beendet ist. Hierbei muss ich noch auf einen Umstand aufmerksam machen, der nicht unwesentlich ist. Wie nämlich eine genaue Beobachtung ergiebt, ist die mittlere Lamelle nicht, wie Böttcher sagt, eine Fortsetzung des labium tympanicum in toto, sondern nur seines oberen Blattes; nun findet sich, dass gerade beim Menschen die Zellenkörper der crista spiralis, deren Fortsätze gleichfalls radial verlaufen, viel später verschwinden, als bei den Thieren, und dass beim Menschen, wie wir gesehen haben, auch in der crista eine radiale Streifung dauernd bleibt; deswegen können wir wohl behaupten, dass verwandte Entwickelungsvorgänge in beiden Gebilden im Spiele sind, nur dass die Endresultate in so weit differiren, als in der crista osteoide Substanz, in der lamina basilaris ein homogenes Bindegewebe gebildet wird.

Die hyaline Lamelle bildet in der ausgebildeten Schnecke die Hauptmasse der lamina basilaris, nimmt von Innen nach Aussen allmählig etwas an Breite zu und scheint der lamina basilaris eine gewisse Festigkeit und Härte zu geben.

Die tympanale Zellenschicht, die als Fortsetzung des unteren Blattes des labium tympanicum zu betrachten ist, unterscheidet sich von der Zone spindelförmiger Zellen, denen man schon in der embryonalen Schnecke begegnet, nur durch ihre geringere Mächtigkeit. Bei jungen Hunden ist sie noch ziemlich bedeutend (Fig. 25, 26 und 27 Z), nimmt aber später ab; eine eigentliche Strukturveränderung scheint mit ihr nicht vorgegangen zu sein. Von der Fläche aus sieht man sie (Fig. 5 C) als zarte Spindelzellen mit spiral verlaufenden feinen Fibrillen, im Querschnitt erscheinen die Zellen rundlich (Fig. 3 k k).

Böttcher spricht endlich noch von einem Zellenlager, das zwischen dem Epithel des ductus cochlearis und dem Faserstratum der membrana basilaris liegt; es soll dies eine Schicht kleiner Zellen sein, die sich vom Epithel sehr wesentlich unterscheiden. Ich muss gestehen, dass ich mich von der Existenz dieser Zellen nicht überzeugen konnte. Böttcher vermuthet, dass Kölliker vielleicht dieselben Formelemente im Sinne hat, wenn er angiebt, dass er „in der letzten halben Schneckenwindung auf der membrana basilaris und unter dem Epithel jenseits des Corti'schen Organs ein lockeres System von queren, d. h. in der Richtung der dunkelrandigen

Schneckennerven verlaufenden, varikösen Fäserchen mit eingestreuten Zellen, das viel schöner und deutlicher ist, als die ähnlichen, längsziehenden Elemente unter der membrana basilaris" gesehen habe. Mir scheint es dagegen gar nicht zweifelhaft, dass Kölliker mit seiner Beschreibung die von mir oben näher bezeichneten, der mittleren Lage angehörenden Zellen gemeint hat, wie es auch Middendorp gethan. Ich muss vielmehr vermuthen, dass Böttcher einer Täuschung verfallen ist. Ich habe nämlich an guten Querschnitten, an denen besonders das Epithel der zona pectinata schön erhalten war, nichts dergleichen beobachtet, was zu der Annahme der vermeintlichen Zellen verführen könnte; dagegen an Präparaten, bei denen das Epithel durch die Behandlung mit gewissen Reagentien aufgequollen war, fanden sich Bilder, die der Böttcher'schen Zeichnung in Fig. 34, Tafel IX, vollständig glichen. Eine genauere Beobachtung ergab aber, dass die Kerne der Epithelien mit etwas dunkler gefärbtem Protoplasma in regelmässiger Reihe an der lamina basilaris haften blieben, während die blassen Zellenkörper aufgequollen waren, und es auf diese Weise den Anschein hatte, als liege unter dem eigentlichen Epithel des ductus noch eine besondere Zellenlage. Ich vermuthe, dass auch Böttcher solche Bilder vor Augen hatte, die ihn zu der Annahme dieser besonderen Zellenschicht veranlassten.

Die äussere Wand des Schneckenkanals (Stratum semilunare mihi).
(Fig. 3 H, Fig. 25 D.)

Dieselbe wird gebildet von einem Bindegewebsstratum, das im Querschnitt die Form einer Mondsichel zeigt und sich noch zum Theil als Wandung bis in die scala tympani und vestibuli erstreckt. Seine convexe Fläche liegt in einer entsprechenden Höhlung der knöchernen Schneckenkapsel, die concave ist gegen den Kanal gerichtet und zeigt einige Besonderheiten, auf die wir zurückkommen. In seiner Hauptmasse besteht dieses Polster aus einem Lager grosser Zellen, die, bald mehr dicht stehend, wie beim Meerschweinchen, Hund, Fledermaus, bald mehr zerstreut, wie beim Menschen, in das feinfaserige Grundgewebe eingebettet sind. Man hat allgemein dieses Bindegewebskissen mit dem Namen eines ligamentum spirale bezeichnet, wie ich glaube mit Unrecht. Weder das Aussehen noch die Textur rechtfertigt diese Bezeichnung; ich ziehe deswegen den all-

gemeineren Namen des stratum semilunare für dieses Gebilde vor. Dagegen befindet sich da, wo die lamina basilaris an die äussere Schneckenwand herangeht, in letzterer ein im Querschnitt etwa dreieckiger Vorsprung, der den Namen „ligamentum spirale" verdient, weil er die Verbindung zwischen der lamina basilaris und der äusseren Schneckenwand vermittelt und sein Aussehen dem Charakter eines Ligaments mehr entspricht. Es ist diess bei Thieren eine homogene Lamelle in der Form eines unregelmässigen Dreiecks, dessen Spitze nach Innen continuirlich in die mittlere Lamelle der lamina basilaris übergeht, dessen Basis sich in Fasern zerlegt, die sich in den Maschen des Bindegewebspolsters verlieren, und dessen Schenkel breite Streifen bilden, von denen der eine grössere als hyaliner Saum unter dem Epithel des ductus cochlearis eine Strecke vestibulärwärts geht, der andere einen Theil der äusseren Wand der scala tympani bildet. Diese Beschreibung hat indess nur für das ligamentum spirale erwachsener Thiere Geltung; im embryonalen Leben ist das ganze stratum semilunare aus einem dichten Faserwerk mit eingestreuten runden Zellen gebildet und nur in dem Maasse, als die mittlere Schicht der lamina basilaris ihren homogenen Charakter annimmt, entwickelt sich das eigentliche Spiralband in oben beschriebener Weise. Beim Menschen endlich (Fig. 3 h) bleibt, wie wir es auch bei der crista und bei der mittleren Schicht der lamina basilaris gefunden haben, die Fasertextur des ligamentum spirale auch in der weiteren Entwickelung erhalten; dasselbe unterscheidet sich von dem übrigen Theil des stratum semilunare nur dadurch, dass das Faserwerk ein dichteres ist.

Ausser der Prominenz des Spiralbands zeigt die concave Fläche des stratum semilunare noch zwei weniger ausgesprochene Vorsprünge, und zwar einen an der äusseren Ansatzstelle der membrana vestibularis und einen zweiten etwas oberhalb der äusseren Insertion der membrana basilaris; wir bezeichnen jenen als angulus vestibularis Henle, diesen als crista ligamenti spiralis Böttcher. Die Furche, die zwischen der crista ligamenti spiralis und der membrana basilaris gebildet wird und die wir mit Böttcher sulcus ligamenti spiralis (Fig. 3 b) benennen, ebenso wie die etwas flachere Furche zwischen dem angulus vestibularis und der crista ligamenti spiralis sind von einem Epithel ausgefüllt, das in eigenthümlicher Weise in das Bindegewebe hineinreicht.

Das Epithel des sulcus ligamenti spiralis ist die Fortsetzung

des Epithels der zona pectinata, verändert sich aber, bevor es auf die crista übergeht, in der Weise, dass es in einzelnen Fällen lange Fortsätze in das Bindegewebe des stratum semilunare hineinsendet. Deiters hatte zuerst auf diese Fortsätze aufmerksam gemacht, Löwenberg hatte dieselben geläugnet, auch die anderen Autoren haben ihrer nicht erwähnt; erst Böttcher hat diese Eigenthümlichkeit genauer beschrieben. Deiters sagt (l. c. S. 87) darüber: „Die eigentliche Concavität am ligamentum spirale finde ich bei ganz jungen Thieren ausgefüllt von einer regelmässigen Reihe cylindrischer Zellen, die Fortsätze nach Innen in das Gewebe des ligamentum spirale schicken und durch diese mit den Elementen der Bindesubstanz hier in Verbindung zu stehen scheinen". In der von diesem Autor Fig. 1, Tafel I, gegebenen Zeichnung sieht man von je einer unveränderten cubischen Epithelzelle des sulcus einen feinen Fortsatz in das Bindegewebe hinübergehen. Dagegen sagt Böttcher (l. c. S. 148): „Macht man einen Durchschnitt durch die ganze Schnecke eines ausgebildeten Thieres, so findet man in der obersten Windung vier bis fünf Reihen übereinander stehender, zugespitzter Zellen, welche von unten her in die crista des ligamentum spirale steil mit leichter Wölbung aufsteigend der äusseren Schneckenwand parallel verlaufen. Ihre Basis befindet sich in der Epitheliallage, ihr zugespitztes Ende verliert sich im Gewebe des ligamentum spirale. — Zum Theil besitzen sie einen einzigen, langen Fortsatz, zum Theil spalten sie sich in zwei, drei, vier und mehr Wurzelfäden, die sich im Spiralbande ausbreiten".

Bei den Verschiedenheiten der Angaben der beiden Autoren, die allein diese Gebilde beobachtet haben, muss ich mich auf die Seite Böttcher's stellen, wenn ich ihm auch nicht in allen Punkten beistimmen kann. Zunächst scheinen nicht alle Thiergattungen diese Zellen zu besitzen, wenigstens habe ich sie beispielsweise vergeblich bei der Fledermaus, Ratte und beim Kalbe gesucht. Am constantesten, zahlreichsten und grössten sah ich sie beim Hund, sowohl beim jungen als erwachsenen, seltener beim Meerschweinchen; ausserdem fand ich sie in der Schnecke eines 1½jährigen Kindes. In allen Fällen, wo ich sie antraf, waren es nicht cylindrische Zellen, die Fortsätze in das Gewebe des ligamentum spirale schickten, wie sie Deiters beschreibt, sondern (Fig. 25 R) langgestreckte, sich allmählig zuspitzende Zellen, die mit dem grössten Theil ihrer Länge im stratum semilunare liegen, ganz so wie sie Böttcher gezeichnet

hat. Worin ich dagegen letzterem Autor nicht beistimmen kann, ist, dass alle diese Fortsätze „von unten her in die crista des ligamentum spirale steil mit leichter Wölbung aufsteigend der äusseren Schneckenwand parallel verlaufen". Ich sah vielmehr diese Fortsätze nach allen Richtungen hin in das stratum semilunare sich verlieren, auch schienen mir einzelne Cylinderzellen zwischen den Zellen mit Fortsätzen zu stehen und die Reihe zu unterbrechen. Hier muss ich auch auf einen Umstand aufmerksam machen, der leicht zu Missdeutungen führen kann und wie mir scheint, Böttcher zu einem Irrthum verleitet hat. Man sieht nämlich nicht nur in der stria vascularis, sondern auch im sulcus ligamenti spiralis einzelne Blutgefässe bis an das Epithelstratum herangehen, und es können dieselben Verwechselungen mit den eben beschriebenen Zellen hervorrufen. Das hat meiner Meinung nach auch Böttcher veranlasst, anzunehmen, dass in einigen Fällen eine Uebereinanderlagerung von „ungewöhnlich grossen und blassen Epithelien (Claudius'schen Zellen) über den in das ligamentum spirale eindringenden" vorhanden sei. Auch mir sind Bilder, wie sie Böttcher in seiner Figur 34 i und k wiedergibt, begegnet; bei genauem Zusehen erkannte ich solche Gebilde als kleine Blutgefässe, die mit grösseren Gefässen im Zusammenhange standen.

Ueber die Bedeutung jener mit Fortsätzen versehenen Zellen ist es schwer, eine Meinung sich zu bilden. Ich war lange Zeit geneigt, sie für Nervenendzellen zu halten, die vielleicht im Gegensatz zu den specifischen Hörzellen der lamina basilaris Druckempfindungen vermitteln, bin aber nicht im Stande, strikte Beweise dafür beizubringen, da ich niemals mit genügender Sicherheit den Zusammenhang derselben mit deutlich als solchen zu erkennenden Nervenfasern sah. Ebenso hypothetisch scheint mir aber auch die Annahme Böttcher's von der contractilen Natur dieser Zellen, denen „die wichtige Function der Accomodation im Ohre zukomme", um so mehr, als die von Böttcher supponirte Verbindung dieser Zellen mit Fasern der lamina reticularis, wie wir sehen werden, gleichfalls noch nicht sicher gestellt ist.

Am meisten Aehnlichkeit haben wohl diese Zellen mit den von Billroth beschriebenen Epithelzellen der Froschzunge, die durch fadige Ausläufer mit den Bindegewebskörperchen der Papillen zusammenhängen, sowie mit den Epithelzellen des Centralkanals der medulla und mit denen der Hirnventrikel, die nach

Hannover, Gerlach, Kölliker u. A. feine Fortsätze in das Reticulum der grauen Substanz schicken.

Der Raum zwischen der crista ligamenti spiralis und dem angulus vestibularis wird ausgefüllt von der stria vascularis. Dieselbe wird dadurch gebildet, dass unter dem Epithel dieser Stelle das Bindegewebe eine Strecke weit fast ganz schwindet und statt dessen zahlreiche Capillaren auftreten, die bis an das Epithel herangehen, ein Vorgang, den wir zwar bereits im sulcus ligamenti spiralis gesehen haben, der aber hier nur vereinzelt, in der stria vascularis in der ausgebildetsten Weise zur Erscheinung kommt. Das Epithel ist unverändert, cubisch und geht am angulus vestibularis in das Epithel der membrana vestibularis über. Die Gefässe der stria vascularis hängen zusammen mit den Gefässen des stratum semilunare.

Zwischen den Gefässen der stria vascularis findet man ausserdem zahlreiche grosse Zellen, die in ihrem Aussehen den von Eberth als Perithelzellen für die Gefässe des Gehirns beschriebenen ungemein gleichen, nur dass sie hier zu einer stärkeren Ausbildung gelangen.

Die epitheliale Auskleidung des ductus cochlearis.

Wir kommen nun zu dem wichtigeren Theil unserer Arbeit, zur epithelialen Auskleidung des Schneckenkanals.

Seit Kölliker's schöner Entdeckung, dass im embryonalen Leben der ganze Schneckenkanal mit einer Lage epithelialer Zellen bekleidet ist, unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass, so morphologisch verschieden gestaltet die einzelnen Elemente des akustischen Endapparats in der Schnecke erwachsener Individuen zur Erscheinung kommen, sie dennoch alle Derivate der Epithelien sind. Freilich, wenn wir den zierlichen Bau eines Corti'schen Bogens oder einer Haarzelle mit einer Epithelzelle der membrana vestibularis oder einer Claudius'schen Zelle vergleichen und bedenken, dass diese wie jene ursprünglich sich aus Zellen entwickeln, die morphologisch ein ganz gleiches Aussehen haben, so drängt sich uns die Frage auf, ob die einzelnen Epithelzellen des embryonalen Schneckenkanals alle gleichwerthig sind und ihre differente Entwickelung nur durch äussere Umstände bedingt wird, oder ob hier von vornherein Differenzen in der Anlage existiren, die nur unserem

Auge unzugänglich sind. Bei dem heutigen Stand unserer Wissenschaft ist es unmöglich, diese Frage zu entscheiden, aber ich zweifle nicht daran, dass bei weiteren Forschungen gerade das Studium der Entwickelung der Schnecke viel zur Lösung dieses Problems beitragen wird, und es scheint mir der Mühe zu lohnen, auf einzelne dahin zielende Punkte besonders aufmerksam zu machen. Wir haben bereits früher, als wir von der crista spiralis sprachen, gesehen, wie durch mechanische Einflüsse ein Theil des ursprünglich cylindrischen Epithels der unteren Schneckenwand zu kleinen Kügelchen wurde, so dass ihre epitheliale Natur von manchen Autoren verkannt worden ist. Dass aber auch andere Einflüsse zur Geltung kommen können, darauf hat besonders Böttcher zuerst aufmerksam gemacht. Er sagt: „Der Schneckenkanal wird von seiner ersten Entstehung an von dem ganglion cochleare begleitet; die Cylinderzellen desselben stehen dabei in innigster Beziehung zu den nervösen Elementen". „An der dem Ganglion zugekehrten Wand des Kanals zeigen die Cylinderzellen die grösste Entwickelung und nehmen an Höhe in der ersten Zeit beständig zu". „Bei Vergleichung der einzelnen Windungen unter einander erscheint die untere Wand des Schneckenkanals in früheren Entwickelungsstadien am mächtigsten an seiner Spitze ausgebildet; hier finden wir auch in nächster Berührung mit derselben die grösste Masse des ganglion spirale angehäuft".

Böttcher zieht daraus den Schluss, dass die Verbindung mit den nervösen Elementen nicht ohne Einfluss auf die Bildung und Vermehrung der Cylinderzellen des Schneckenkanals sei und dass von jenen das Wachsthum derselben an bestimmten Stellen in höherem Grade angeregt werde. Allerdings ist der Beweis für diesen Satz kein strikter, weil der wirkliche Causalnexus nicht erwiesen ist und weil gerade zu der Zeit, wo die Entwickelung des akustischen Endapparats in der ausgesprochensten und charakteristischsten Weise erfolgt, die Nervenelemente von den Epithelzellen räumlich immer mehr sich entfernen; dennoch ist es gut, die von Böttcher hervorgehobenen Beziehungen im Auge zu behalten und bei weiteren Forschungen zu verwerthen.

Bevor ich zur Beschreibung der einzelnen Elemente des Epithels der lamina basilaris übergehe, halte ich es für gut, die Nomenclatur festzustellen und befolge dabei das Prinzip, durch keine Bezeichnung irgend etwas, sei es physiologisch, sei es histologisch zu präjudiciren.

Ich fasse den Complex von eigenthümlich umgeformten Epithelzellen auf der lamina basilaris, die sich schon durch die besondere Gruppirung und Gestaltung vor dem einfachen Epithel auszeichnen, wegen ihrer mehr oder minder directen Beziehungen zu den Nerven zusammen unter dem von Henle eingeführten Namen des „akustischen Endapparats". Als Centrum dieses Apparats ist der „Corti'sche Bogen, bestehend aus einem „inneren und äusseren Pfeiler" anzusehen. Nach Innen von den Bögen, d. h. nach der Seite der Schneckenaxe (modiolus), und zwar sich auf den inneren Pfeiler lehnend, befindet sich die „innere Haarzelle", um dessen Basalfortsatz eine Anzahl kleiner Zellen in einer feinkörnigen Masse „Waldeyer's Körnerschicht" liegt. Nach Aussen von dem Corti'schen Bogen schliesst sich die Reihe der „äusseren Haarzellen" an, an Zahl beim Menschen vier, bei den Thieren drei, denen eine Anzahl immer kürzer werdender cylindrischer Epithelzellen, „Hensen's Stützzellen" folgen, die den Uebergang zu dem einfachen cubischen Epithel der zona pectinata, „Claudius'sche Zellen", bilden. Für die cuticulare Bildung, die sich von der crista spiralis bis zum Corti'schen Bogen hinzieht, halte ich die Bezeichnung membrana tectoria für geeignet, während ich für die andere cuticulare Bildung, die sich vom Corti'schen Bogen aus über die äusseren Haarzellen hinzieht, den Namen lamina reticularis beibehalte.

Der Corti'sche Bogen, innere und äussere Pfeiler
(Corti'sches Organ im engeren Sinne, Corti's Faserreihen, Gehörstäbchen Henle).

Unmittelbar nach Aussen von der Stelle, wo durch das labium tympanicum cristae spiralis die Nervenfasern in den Schneckenkanal eintreten, erhebt sich mit leicht S förmiger Schlängelung in schräger Richtung vestibularwärts der innere Pfeiler (Fig. 6, 7, 8 und 9, Fig. 2 e). Er sitzt mit nahezu rechteckigem Fussstück auf der lamina basilaris auf, sein mittlerer Theil, „Körper" (e) ist mehr abgerundet und geht, allmälig sich verdickend, in den Kopf (b) über. Letzterer ist cuboid (Löwenberg), seine vestibuläre Fläche setzt sich in eine innere kleinere (d) und äussere grössere Platte (f), „Kopfplatte", fort; unterhalb der äusseren Platte befindet sich eine Auskehlung zur Aufnahme des äusseren Pfeilers (g).

Der äussere Pfeiler (Fig. 10 und 11, Fig. 2 f, Fig. 5 f) steigt von dieser Verbindungsstelle mit dem inneren Pfeiler in entgegengesetzter Richtung, das ist also nach Aussen, zur lamina basilaris herab. Wir unterscheiden auch an ihm Fuss, Körper und Kopf. Der Fuss (Fig. 10 a) ist grösser, als der des inneren Pfeilers und breitet sich fächerartig auf der membrana basilaris aus (Fig. 5 x), der Körper (Fig. 10 e) ist cylindrisch, die S förmige Krümmung ist ausgesprochener, der Kopf (d) ist nahezu oval und hat eine nach Aussen gerichtete Kopfplatte (b), die von der Mitte des äusseren, oberen Randes mit einem langen Stiel beginnt und in eine ruderförmige Verbreiterung übergeht.

Beide Pfeiler zeigen an je zwei Stellen Reste von Protoplasma, die für die histologische Deutung derselben von Wichtigkeit sind. Das eine Stück von Protoplasma, „Henle's Bodenzelle", liegt in dem spitzen Winkel, den das Fussstück sowohl des inneren als des äusseren Pfeilers mit der lamina basilaris macht (Fig. 2 a und b). Dasselbe ist feinkörnig, enthält einen ziemlich grossen Kern mit Kernkörperchen und ist mit der Substanz der Pfeiler fest verbunden. Böttcher glaubt, dass diese Verbindung dadurch bedingt wird, dass die Scheide der Pfeiler mit der der Bodenzelle ohne Unterbrechung zusammenhängt. Mir bleibt es nur bei dieser Annahme auffallend, dass sich die Bodenzelle ohne sichtbare Einrisse in die Pfeiler von letzteren trennt.

Ausser diesen von den meisten Autoren gekannten Bodenzellen hat zuerst Waldeyer auf das Vorkommen von Protoplasmaresten an den Köpfen der Pfeiler aufmerksam gemacht. Er sagt darüber: „Hier liegen sie bei beiden Pfeilern an der Aussenseite, am inneren Pfeiler also im Gewölbe des Bogens dicht unter dem vorspringendsten Theil des Kopfstücks, am äusseren dicht unter der Abgangsstelle des Plattenstiels. Mitunter habe ich auch bei jungen Thieren hier einen Kern gesehen von ähnlicher Grösse und Form wie am Fuss". Es ist nicht schwer, sowohl an isolirten Pfeilern, als an Querschnitten der Corti'schen Bögen sich von der Existenz dieser Protaplasmareste zu überzeugen (Fig. 5 x und y), seltener gelingt es, die Kerne zu sehen, dennoch scheint mir ihr Vorhandensein zweifellos. Ich habe wiederholt auch an Pfeilern erwachsener Thiere, die ich frisch in schwacher Chromsäurelösung untersucht habe, diese Kerne sehen können (Fig. 7 x mit c, Fig. 8 c und x, Fig. 10 c, Fig. 11 c) und scheint nur ihre Verbindung mit den Pfeilern nicht eine

so feste zu sein, wie die der Bodenzellen. Ueber die Bedeutung derselben, sowie über meine Auffassung der Pfeiler werde ich später, nachdem ich über das Morphologische der Haarzellen gesprochen habe, gemeinschaftlich mit den letzteren abhandeln. Hier will ich nur noch erwähnen, dass ich die Pfeiler für solide Körper halte, die aus feineren Fasern bestehen, und dass ihre Fussstücke in das Faserstratum der lamina basilaris übergehen. Die Zahl der inneren Pfeiler übersteigt bekanntlich die der äusseren, so dass der Kopf eines äusseren Pfeilers immer mindestens an zwei inneren ruht und dass, wie sich Waldeyer ausdrückt, „die Ungleichheit der Zahl hier ein ähnliches Verhältniss herstellt, wie wir es bei dem Ginglymus des Ellenbogengelenks finden; seitliche Verschiebungen der Pfeiler sind unmöglich gemacht". Ob indess eine Bewegung um eine spirale Axe, d. h. eine Veränderung der Spannweite des Bogens möglich ist, ist schwer festzustellen, jedenfalls aber ist die Pfeilergelenkverbindung keine so feste, dass ihre Trennung auf Kosten der Integrität der Pfeilerköpfe erfolgt.

Innere Haarzelle

(innere Stäbchenzelle Hensen, innere Deckzelle Henle, innere Hörzelle Böttcher, cellule de sommet Löwenberg).
Fig. 2 M, Fig. 3 e, Fig. 12 bis incl. 16.

Nach Innen von dem Corti'schen Bogen, unmittelbar vom Kopf des inneren Pfeilers abwärts nach der lamina basilaris gehend, liegt die innere Haarzelle. Es ist nicht leicht, sich über die Gestalt derselben ein klares Bild zu verschaffen, theils weil ihr Basaltheil innerhalb der weiterhin zu beschreibenden Körnerschicht liegt, theils weil sie ebenso, wie die äusseren Haarzellen, mehr wie alle Epithelialgebilde des Schneckenkanals durch die Härtung in den Reagentien Gestaltsveränderungen annehmen, die ihre ursprüngliche Form zweifelhaft machen. Wenn es irgendwo von Wichtigkeit ist, gehärtete Präparate mit frischen Zerzupfungspräparaten zu vergleichen, so gilt diess von den inneren und äusseren Haarzellen. Die meisten Autoren haben ihrer Beschreibung Beobachtungen an gehärteten Präparaten zu Grunde gelegt und deswegen weicht ihre Darstellung von der meinigen in manchen Punkten ab. Sucht man in einer Chromsäurelösung von 0,05 p. c. die Haarzellen zu isoliren, so findet man zwei Arten derselben, die einen mit zwei, die anderen mit einem

Basalfortsatz. Da man an gehärteten Präparaten, in denen der ganze akustische Endapparat erhalten ist, sich überzeugen kann, dass die äusseren Haarzellen nur einen Basalfortsatz haben, so müssen wir die Zellen mit zwei Basalfortsätzen für innere Haarzellen ansprechen, wofür auch noch die directe Beobachtung Böttcher's spricht, der auch bei in situ erhaltenen inneren Haarzellen dieses Verhalten bestätigen konnte. Die Zelle (Fig. 13, Fig. 15 und Fig. 16) ist von cylinderförmiger Gestalt mit einem etwa in der Mitte liegenden grossen Kern (a); das Protoplasma (b) ist feinkörnig, das vestibuläre Ende (c) hat einen dunkler erscheinenden Cuticulardeckel, der mit einem dichten Saum starker Haare besetzt ist; das tympanale Ende geht in zwei Fortsätze über, von denen der eine, breitere (d), nichts anderes als der sich allmälig verschmälernde, gleichfalls fein granulirt erscheinende Zellenkörper, der andere (e) sehr zart und von heller Beschaffenheit ist. An einzelnen Zellen (Fig. 12) findet sich neben diesen beiden Fortsätzen (d und e) ein feiner kurzer Fortsatz (f), von dem ich es unentschieden lassen muss, ob er von einem abgerissenen Nervenfaden herrührt, oder, was mir wahrscheinlicher dünkt, ein Rest der eingerissenen Zellenhülle ist. An gehärteten Präparaten erscheint die Zelle an ihrem vestibulären Ende mehr geschrumpft und die Haare, wie ich glaube, durch Verklebung in eine Art Stäbchen verwandelt, was zu der falschen Benennung „Stäbchenzelle“ geführt hat.

Die innere Körnerschicht (Waldeyer).

Fig. 27 A, Fig. 28 p.

An der Stelle, wo die innere Haarzelle ihre Fortsätze absendet, befindet sich auf der lamina basilaris ein Lager kleiner Zellen, auf deren Beziehungen zu den Nervenfasern Waldeyer zuerst aufmerksam gemacht hat. Dieselben sind rundlich, von äussert zartem Protoplasma und mit einem relativ grossen Kern versehen; sie liegen an der Nervendurchtrittsstelle und reichen etwa bis zur Mitte der inneren Haarzelle. Wir kommen weiterhin auf ihre Bedeutung noch einmal zurück.

Die äusseren Haarzellen

(Aeussere Corti'sche und Deiters'sche Zellen der Autoren, äussere Deckzellen (Henle), äussere Stäbchenzellen (Hensen), auf- und absteigende Hörzellen Böttcher).

Fig. 2 P, Fig. 3 g_1, g_2, g_3, g_4, Fig. 4 g_1, g_2, g_3, Fig. 21, Fig. 23 g_1, g_2, g_3, g_4, Fig. 22 und Fig. 24 a.

Die Schwierigkeiten der Untersuchung, die an und für sich schon überall im Schneckenkanal nicht unbedeutend sind, wachsen nach Aussen von den Corti'schen Bögen durch die Complicirtheit der Gebilde auf beschränktem Raum der Art an, dass man nur durch die Anwendung der verschiedensten Untersuchungsmethoden das Constante und Gesetzmässige von dem Zufälligen und Künstlichen unterscheiden kann. Ich habe mich besonders bemüht, durch Vergleichung von Flächenansichten mit Querschnitten und isolirten Präparaten mir ein Bild von dieser Region zu verschaffen und bin auf diese Weise zu Resultaten gekommen, die in wesentlichen Punkten von denen anderer Autoren abweichen.

Wie bekannt, hatte zuerst Corti angegeben, dass nach Aussen von den Bögen drei Reihen eigenthümlicher Zellen aufliegen, „die sich dachziegelförmig decken und ihrem Charakter nach zum Cylinderepithel gehören". Kölliker und Max Schultze hatten diese Angaben theils bestätigt, theils modificirt, aber erst Deiters hat die Verhältnisse eingehender behandelt. Er unterschied: 1) drei Reihen Cilien tragender, cylindrischer, Zellen, die er Corti'sche Zellen nannte, und 2) drei Reihen mit je zwei Fortsätzen, die er Haarzellen nannte und die später von Kölliker Deiters'sche Zellen genannt worden sind. Während die „Corti'schen Zellen" auch von den späteren Beobachtern gesehen und beschrieben worden sind, folgten die meisten Autoren in Betreff der sogenannten Deiters'schen Zellen den Angaben ihres Entdeckers, „ohne dass sie im Stande waren, dieselben vollständig zu bestätigen" (Kölliker, Henle, Hensen, Löwenberg). In der neuesten Zeit endlich haben Böttcher und Winiwarter Deiters' Darstellung als falsch bezeichnet und hauptsächlich bestritten, dass diese Zellen einen Basalfortsatz haben. Ich selbst kann nach meinen Untersuchungen weder Deiters noch Böttcher und Winiwarter beistimmen, sondern finde Folgendes:

Nach Aussen von dem Corti'schen Bogen stehen bei den

Thieren drei Reihen von Zellen der Art hinter einander, dass die Zellen der ersten und dritten Reihe mit einem entsprechenden äusseren Pfeiler in einer radiär verlaufend gedachten Ebene liegen, während die Zellen der zweiten Reihe in grosser Regelmässigkeit etwas seitlich von denen der anderen Reihen stehen. Beim Menschen findet sich noch constant eine vierte Reihe, deren Zellen wiederum mit denen der zweiten Reihe in einer Ebene stehen. Jede dieser Zellen ist als eine Zwillings- oder Doppelzelle aufzufassen, indem je zwei in einem früheren Entwickelungsstadium getrennte Epithelzellen bei der weiteren Umbildung der Art sich mit einander verbinden, dass ihre Trennung nur auf Kosten ihrer Integrität erfolgen kann. Wir können demnach auch an jeder Zelle zwei Theile unterscheiden: den „Vestibulartheil" (Corti'sche Zelle der Autoren) Fig. 2 g_1, g_2, g_3 und den „Basilartheil" (Deiters'sche Zelle der Autoren) Fig. 2 hh. Welcher Art die Verbindung dieser beiden Theile ist, ob hier eine wirkliche Verschmelzung und Verwachsung oder nur eine Verklebung stattfindet, ist schwer zu sagen; dass aber dieselbe eine sehr innige ist, beweist der Umstand, dass es auch den Autoren, die jeden Theil als besondere Zelle (Corti'sche und Deiters'sche Zelle) annehmen, nicht gelungen ist, sie vollständig zu isoliren. Beispielsweise zeichnet Deiters (Fig. 23, Taf. VI) die beiden von ihm supponirten Zellenarten auch ganz in der Verbindung, wie ich sie selbst beobachtet habe. Nur in einzelnen Fällen, wo der Basaltheil der Zwillingszelle, der der vergänglichere und zartere Theil zu sein scheint, durch die Präparation zerstört worden ist, erscheint der andere Theil isolirt, aber auch dann fand ich oft den Kern des Basaltheils an dem Zellenrest haften; dagegen gelang es mir niemals, den Basaltheil (Deiters'sche Zelle) zu isoliren, so dass ich anfangs geneigt war, dessen Existenz überhaupt zu leugnen. So scheint es auch allen anderen Autoren, ausser Deiters, ergangen zu sein und ich muss gestehen, dass, wenn ich sehe, was der Letztere in Fig. 24, Taf. V als „Haarzelle" zeichnet und mit dem vergleiche, was Böttcher, Winiwarter, Waldeyer und ich an guten Querschnitten gesehen haben, ich zu der Annahme gelange, Deiters habe hier eine Verwechselung mit isolirten spindelförmigen Bindegewebszellen, die der membrana basilaris angehörten, begangen.

Sowohl der Vestibulartheil als der Basilartheil der Zwillingszelle zeigt einen Kern, einen kleineren oberen und einen grösseren unteren; nahe dem letzteren gehen vom Zellkörper zwei Fortsätze

ab, der längere Basalfortsatz (Fig. 24 c und Fig. 21 a), welcher mit einer kleinen dreieckigen Anschwellung auf der Basilarmembran aufsitzt, und der kleinere „Phalangenfortsatz“ (Fig. 24 b, Fig. 21 b), der, nicht wie alle Autoren bis jetzt angegeben und gezeichnet haben, zwischen je zwei hinter einander liegenden „Corti'schen Zellen“ und parallel mit diesen (vgl. die Zeichnungen bei Kölliker, Gewebelehre, Fig. 512, S. 721, Deiters l. c. Fig. 19, Taf. V, Winiwarter Fig. 4 und 5, Böttcher Fig. 30, 31 und 32) zu einer Phalange der lamina reticularis geht, sondern einen spitzen Winkel mit dem Zellkörper bildend sich zu einer nach Aussen und zur Seite vom Zellkörper liegenden Phalange wendet (Fig. 23 x, y, z). Man kann dieses eigenthümliche Verhalten des Phalangenfortsatzes besonders gut an mit Ueberosmiumsäure behandelten Präparaten beobachten und zwar sowohl an Flächenansichten als an Querschnitten. Die Flächenansichten (Fig. 24) bekommen dadurch ein querstreifiges Aussehen, an Querschnitten (Fig. 23, Fig. 3, Fig. 4) erkennt man, dass die Fortsätze nach Aussen gehen. Es darf uns übrigens nicht Wunder nehmen, wenn in vielen Fällen diese Verhältnisse nicht klar zu Tage treten, weil bei der eigenthümlichen, schrägen Stellung der Fortsätze sie zuweilen perspectivisch verkürzt erscheinen, zuweilen durch die Präparation aus der Lage gebracht oder zerstört werden. Jedenfalls sind die Präparate, an denen ich die Fortsätze genau studiren konnte, so beweiskräftig gewesen, dass die negativen Befunde nicht dagegen zur Geltung kommen konnten. Auch Deiters zeichnet in Fig. 23 den Fortsatz unter einem spitzen Winkel von der Zelle abgehend, ohne indess dieses Verhalten besonders hervorzuheben und ohne es in Einklang mit seiner Annahme zu bringen, dass dieser Fortsatz zwischen je zwei Corti'schen Zellen zu der entsprechenden Phalange gehe. Die beiden Fortsätze (Basal- und Phalangenfortsatz) gehen continuirlich in einander über, so dass man oft in Zerzupfungspräparaten, wo der Zellenkörper des Basaltheils der Zelle zerstört ist, doch beide Fortsätze erhalten findet, ein Beweis mehr für meine Annahme, dass wir es hier mit einer wirklichen Verschmelzung zweier Zellen zu thun haben. Von dem Vereinigungswinkel der Fortsätze geht der Basalfortsatz gerade am Zellkörper in die Höhe und theilt sich in zwei Arme, die den oberen Kern zangenartig umklammern (Fig. 21 h, Fig. 4 h). Der Zellkörper des Vestibulartheils ist ebenso wie die innere Haarzelle mit einem Kranze feiner Cilien besetzt. Der Zellkörper des Basilartheils

liegt, wie Böttcher und Winiwarter bereits angenommen haben, auf der lamina basilaris auf, doch scheint der breiteste Theil desselben mehr an der Mitte der Zelle zu sein, wo auch der Kern liegt.

Ich habe weiter oben bereits auf die interessante Thatsache aufmerksam gemacht, dass beim Menschen vier Reihen äusserer Haarzellen vorkommen. Es hat an Querschnitten zuweilen den Anschein, als kämen auch bei Thieren (Fig. 23 g_1, g_2, g_3, g_4) vier Reihen vor, es beruht dies aber lediglich auf einer schrägen Schnittrichtung, die auch eine Zelle der nächsten Reihe sehen lässt; entscheidend sind in dieser Frage nur Flächenansichten und an solchen habe ich stets vier Reihen beim Menschen und nur drei Reihen bei den von mir untersuchten Thieren gefunden.

Die Basalfortsätze der äusseren Haarzellen lassen auf der lamina basilaris, auch wenn sie abgerissen sind, ihre Insertion durch heller erscheinende Lücken in der Streifung der zona pectinata erkennen; auch hier zähle ich bei Thieren drei, beim Menschen vier Reihen von Insertionsstellen.

Von der Ansicht, dass diese Lücken wirkliche Löcher der lamina basilaris sind, scheint auch Böttcher, der sie aufgestellt hatte, abgekommen zu sein, dagegen muss ich darauf aufmerksam machen, dass ich zuweilen in der Umgebung der Insertionen schlingenförmige Fäden beobachtet habe, Fig. 5 g, über deren Bedeutung ich nur anzugeben weiss, dass sie keine Varikositäten zeigen.

Der grosse und kleine Epithelialwulst.

Fig. 25, Fig. 26, Fig. 27.

Nachdem ich den akustischen Endapparat morphologisch betrachtet und zu schildern gesucht habe, halte ich es zum besseren Verständniss seiner histologischen Bedeutung für gerathen, ihn jetzt entwickelungsgeschichtlich zu verfolgen. Es ist nicht schwer, die Veränderungen, die das Epithel des ductus cochlearis bis zum Ende des embryonalen Lebens erleidet, festzustellen. Dieselben bestehen hauptsächlich in Vermehrung der Zellenelemente und in Bildung der beiden Epithelialwülste auf der lamina basilaris: es sind dies zwei ungleich hohe hügelartige Anhäufungen länglich gestreckter Epithelzellen, von denen die grössere (der grosse Epithelialwulst), die Furche zwischen den beiden Labien der Spiralleiste ausfüllend, sich bis

etwas nach Aussen von den Löchern der Habenula perforta erstreckt, die kleinere (der kleine Epithelialwulst), sich hart an den ersteren anschliessend, in schwacher Wölbung in das niedrige Epithel der zona pectinata übergeht. Dieses Verhältniss scheint wesentlich dasselbe zu bleiben, bis zu der Zeit, wo etwa gegen das Ende des embryonalen Lebens — wie es scheint, beim Menschen am Frühesten (nach Kölliker an fünf- und sechsmonatlichen menschlichen Embryonen) — die einzelnen Gebilde des akustischen Endapparats sich zu differenziren beginnen.

Hiermit häufen sich aber die Schwierigkeiten der Untersuchung der Art an, dass es nur wenigen Forschern (Kölliker, Hensen, Middendorp) gelungen war, einige Beobachtungen besonders über die Entwickelung der Pfeiler zu machen, und es bleibt das unbestreitbare Verdienst Böttcher's, die verschiedenen Entwickelungsstufen des akustischen Endapparats zuerst genauer und systematisch studirt zu haben.

Meine eigenen Untersuchungen betreffen lediglich die Entwickelung des Schneckenepithels beim Hund, weichen aber in einigen wesentlichen Punkten von den Angaben Böttcher's ab.

Böttcher lässt den ganzen akustischen Endapparat aus dem kleinen Epithelialwulst hervorgehen; er giebt an, dass aus der ersten Zelle sich die innere Haarzelle, aus der zweiten beide Pfeiler, aus den folgenden die äusseren Haarzellen entwickeln; den grossen Epithelialwulst lässt er durch Schwund immer kleiner werden und aus ihm die cubisch geformten Epithelzellen des canalis sulci spiralis hervorgehen.

Hiergegen finde ich, dass die innere Haarzelle zwar nahe der Grenze des kleinen Epithelialwulstes (Fig. 25 und 26), aber immer noch durch eine Lücke von ihm getrennt im grossen Epithelialwulst sich entwickelt. Zur Entscheidung dieser schwierigen Frage können überhaupt nur Präparate in Betracht kommen, deren Elemente in der natürlichen Lage erhalten sind, weil es in diesem Entwickelungsstadium nicht gut möglich ist, aus der Form der Zelle mit Sicherheit zu bestimmen, welches Gebilde aus ihr hervorgeht. An solchen gut erhaltenen Situationspräparaten sehe ich die innere Haarzelle, deren Entwickelung früher als die der anderen Elemente des akustischen Endapparats beendet zu sein scheint, noch nach innen von der Stelle liegen, wo sich der obere (vestibuläre) Rand des grossen Epithelwulstes durch eine sanfte Abdachung von dem

kleinen Epithelialwulst abgrenzt. Auch morphologisch angesehen muss, worauf ich allerdings weniger Werth legen will, die länglich gestreckte Gestalt der inneren Haarzelle, wie sie besonders in der ersten Zeit der Entwickelung beobachtet wird, den Zellen des grossen Epithelialwulstes näher stehend betrachtet werden, als denen des kleinen.

Ob die innere Haarzelle sich aus einer Zelle entwickelt, oder, wie Böttcher angiebt, aus dreien, war mir unmöglich zu entscheiden, weil ich sie stets dermassen in dem Zellenhaufen des Epithelialwulstes eingebettet fand, dass ich mir darüber kein sicheres Urtheil bilden konnte, ob die Basalfortsätze mit einzelnen Zellen des Epithelialwulstes in directer Verbindung stehen, oder ob sie zwischen den Zellen lediglich hindurchtreten. Für die Schnecke erwachsener Thiere glaube ich indess behaupten zu können, dass die Basalfortsätze nicht mit je einer untern Zelle in Verbindung stehen, sondern dass, worauf ich später noch einmal zurückkomme, die aus den Löchern der Habenula perforata heraustretenden Nervenfasern, bevor sie in die Haarzellen eingehen, mit den eigenthümlichen, kleinen, rundlichen Zellen in Verbindung treten, die vor dem inneren Corti'schen Pfeiler auf dem labium tympanicum liegen und die ich mit Waldeyer als Körnerschicht bezeichnet habe. Genetisch betrachtet ist diese Körnerschicht und die innere Haarzelle gleichwerthig, d. h. sie gehen beide aus der Umwandlung des grossen Epithelialwulstes hervor. Wenn wir bedenken, dass während der ganzen embryonalen Entwickelung des akustischen Endapparats der grosse Epithelialwulst die Löcher der Habenula perforata der Art vollständig bedeckt (Fig. 25 y), dass die Nervenfasern, um überhaupt in den Schneckenkanal zu gelangen, entweder zwischen seinen Zellen durchgehen oder gar mit denselben sich verbinden müssen, so können wir von vornherein die entwickelungsgeschichtliche Bedeutung dieses Epithelialwulstes höher stellen, als es Böttcher thut, der lediglich aus ihm die cubischen Zellen des sulcus spiralis hervorgehen lässt. Für die innere Haarzelle habe ich bereits nachgewiesen, dass sie sich im grossen Epithelialwulst bildet; dass aber auch die Körnerschicht aus ihm hervorgeht, scheint mir ebenso zweifellos. Der Vorgang hierbei ist meinen Beobachtungen nach folgender:

Während sich die innere Haarzelle in der beschriebenen Weise differenzirt, bildet sich in der Furche zwischen den beiden Labien der Spiralleiste eine Lücke, die, allmälig grösser werdend, einen

wirklichen Kanal, den canalis sulci spiralis, darstellt. Dieser Kanal entsteht anfangs nicht, wie Böttcher angiebt, durch Kleinerwerden des Epithelialwulstes, sondern durch Wachsen des labium tympanicum bei Unverändertbleiben des Wulstes. Es ist schwer, durch Messung dieses Wachsen nachzuweisen; aber da ich den Kanal schon von beträchtlichem Umfange finde, zu einer Zeit, wo der Epithelialwulst an Umfang und äusserer Configuration sich gar nicht geändert hat (Fig. 25 und Fig. 26 L), so scheint mir diese Erklärung die einzig mögliche.

Dieses Längenwachsthum des labium tympanicum scheint mir auch das eigenthümliche Annähern der Habenula perforata zu den Corti'schen Bögen zu erklären. Während nämlich in früheren Entwickelungsstadien die Habenula perforata etwa die Mitte der Basis des grossen Epithelialwulstes einnimmt, ändert sich nach und nach das Verhältniss der Art, dass der grössere Theil des Wulstes nach innen von der Habenula perforata zu liegen kommt (vgl. Fig. 25 und 26), bis schliesslich die Nervendurchtrittsstelle hart vor dem Fuss des inneren Pfeilers sich findet. Hensen und Böttcher glauben, dass das Fussstück des inneren Pfeilers mehr nach innen tritt. Hiergegen spricht aber der Umstand, dass der Abstand der Habenula perforata von dem Pfeiler schon zu einer Zeit abnimmt, wo das Nachinnenrücken des Pfeilers durch den noch in der Configuration unveränderten grossen Epithelialwulst gehindert ist. Nimmt man dagegen ein Längenwachsthum des labium tympanicum, vielleicht gleichzeitig mit einem Wachsen der ganzen lamina basilaris an, so erklärt sich die Bildung des Kanals im sulcus spiralis und die veränderte Stellung der Habenula perforata zu dem inneren Pfeiler. Was die weiteren Veränderungen des Epithelialwulstes anbelangt, so hat sie Böttcher im Wesentlichen übereinstimmend mit meinen Beobachtungen beschrieben.

Der obere Theil der Cylinderzellen des Epithelialwulstes, der von vorneherein keine Kerne zeigte, nimmt ein mehr helles, durchsichtiges, und wie von blasigem, mit Flüssigkeiten gefüllten Räumen durchsetztes Aussehen an (Böttcher), Fig. 25 und 26 U, und zwar geschieht dies von Innen nach Aussen, bis man schliesslich die innere Haarzelle befreit von den sie im früheren Stadium umgebenden Cylinderzellen findet und statt dieser an der Durchtrittsstelle der Nerven als Rest des Epithelialwulstes eine Anzahl kleiner, runder Zellen (Fig. 17), die Körnerschicht, und nach Innen davon eine

regelmässige Lage cubisch geformter Epithelzellen, die das labium tympanicum und den sulcus spiralis bekleiden und mit den Epithelzellen in den Furchen der crista spiralis im Zusammenhang stehen. Böttcher glaubt, dass diese Lage cubisch geformter Zellen das Produkt oder vielmehr der Rest des Epithelialwulstes sei. Er sagt (l. c. S. 106): „Der grosse Epithelialwulst verkleinert sich nach Aussen zu immer mehr und die niedriger und niedriger werdenden Epithelzellen bekommen schliesslich eine cubische Form und bekleiden die Fläche in einfacher Lage.“ Mir scheint es dagegen viel wahrscheinlicher, dass das Epithel durch Nachrücken von dem Epithel der Spiralleiste sich bildet, dem es auch morphologisch in diesem Entwickelungsstadium vollständig gleicht. Wenigstens finde ich zu einer Zeit, wo der ganze Epithelialwulst noch seine volle ursprüngliche Höhe hat, wo also ein Schwund der Cylinderzellen noch nicht stattgefunden, bereits die cubischen Epithelzellen im sulcus spiralis. Ja in einem Falle fand ich den noch sehr kleinen canalis sulci spiralis der Art mit diesen cubischen Zellen gefüllt, dass sie bis zur Höhe des Epithelialwulstes hinaufreichten.

In anderer Art gestaltet sich die Fortentwickelung des kleinen Epithelialwulstes. Henle (Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie 1870, S. 102) und Hensen (Archiv der Ohrenheilkunde Bd. 5, S. 12) haben bereits gegen Böttcher's Annahme, dass beide Bogenpfeiler sich aus einer Zelle entwickeln, ein berechtigtes, theoretisches Bedenken in der ungleichen Anzahl der inneren und äusseren Pfeiler gefunden. Wie ich glaube, spricht aber auch die directe Beobachtung dagegen.

Ich habe bereits bei Besprechung der inneren Haarzelle hervorgehoben, dass in den ersten Entwickelungsstadien die einzelnen Zellen der Epithelialwülste sich so wenig von einander unterscheiden, dass es schwer ist, aus der Form einen bestimmten Schluss auf die später hervorgehenden Gebilde zu machen. Ist aber die Entwickelung so weit vorgeschritten, dass man aus der Gestaltung der Zellen erkennen kann, woraus sich die Pfeiler und woraus sich die Haarzellen entwickeln, so sieht man allerdings im kleinen Epithelialwulst am weitesten nach Innen ein eigenthümliches Gebilde, das im Querschnitt etwa die Gestalt eines unregelmässigen Dreiecks hat, breiter als hoch erscheint und in der Nähe der Basis gewöhnlich zwei, zuweilen auch drei und mehr Kerne zeigt. Aus diesem Gebilde gehen, wie die weitere Beobachtung zweifellos ergiebt, beide

Pfeiler hervor. Nach Böttcher soll das in der Weise geschehen, dass erstens an der nach Innen gewandten Seite des Dreiecks und zweitens in der Nähe seines äussern Randes sich eine Streifung einstellt, die den betreffenden Partien das Aussehen verleiht, »als wäre das Protoplasma daselbst in Bündel feinster Fibrillen zerfallen,« und dass das Protoplasma, das sich in dem Raume zwischen diesen Bündeln befindet, allmählich schwindet und so erst eine Trennung der ursprünglich ein Ganzes bildenden Pfeiler bewirkt.

Hiergegen muss ich bemerken, dass nicht erst in einem so späten Entwickelungsstadium, sondern bereits zu einer Zeit, wo sich im Dreieck die Differenzirung der streifigen Bündel im Protoplasma noch nicht gebildet hat, eine Scheidung der beiden Pfeileranlagen vorhanden ist. Man sieht nämlich von vorn herein von der Spitze des Dreiecks nach der Mitte der Basis senkrecht eine Linie herabgehen (Figur 25, x) oder mit andern Worten, es befinden sich hier zwei nahezu rechtwinkelige Dreiecke neben einander, die sich mit je einem Schenkel berühren (Figuren 25, 26 und 27). In jedem dieser Dreiecke liegt an der Basis ein Kern (a und b). Findet man deren mehrere, wie diess Böttcher und ich gesehen haben, so kann man sich durch verschiedene Einstellung des Mikroskops überzeugen, dass sie andern, darunter liegenden Zellen angehören; eine wirkliche Kerntheilung habe ich nicht beobachtet. Die äussern Umrisse dieser beiden Dreicke bleiben längere Zeit dieselben, während im Innern das Protoplasma Veränderungen eingeht, die die Gestalt der sich bildenden Pfeiler bereits andeuten. Es bilden sich die beiden streifigen Bündel (Figur 25 e und f), wie ich sie weiter oben nach Böttcher angegeben habe. Dieselben sind an der Basis am schwächsten, an ihrem obern Ende am stärksten entwickelt; ihre obern Enden bilden aber nicht, wie ich gegen Böttcher behaupten muss, ein Ganzes, sondern sind schon in ihren Anlagen deutlich von einander geschieden. Oben ist nämlich die Linie, welche die beiden Dreiecke trennt, leicht S-förmig gewunden (Figur 25 x). Indem sich nun die obern Enden immer mehr verdicken und die Umwandlung des Protoplasma's in Faserbündel an Breite zunimmt, kommt das Scheitelende des äussern Pfeilers in die Concavität des innern Pfeilers zu liegen und es bildet sich die eigenthümliche Gelenkverbindung heraus (Figur 25 N und O), wie wir sie am Corti'schen Bogen kennen gelernt haben. Jetzt erst bildet sich unter den Verbindungsgliedern eine Lücke, indem das nicht umge-

wandelte Protoplasma theilweise schrumpft, um schliesslich als die beiden Bodenzellen an den Winkeln, die die Pfeiler mit der lamina basilaris bilden, übrig zu bleiben.

Endlich muss ich noch anführen, dass ich ausser den Kernen an der Basis in einzelnen Fällen auch nach Oben, wo sich die Verbindungsglieder entwickeln, zwei Kerne beobachtet habe (Figur 25 c u. d); auch Böttcher giebt an, dass er einmal in ähnlicher Weise einen Kern mit ihn umhüllendem Protoplasma in dem Winkel zwischen den obern Gelenkenden der Pfeiler gesehen hat, wie es sich in den beiden Winkeln an der membrana basilaris regelmässig zeigt. Ich halte es nach diesen Befunden, sowie nach den Beobachtungen, die Waldeyer und ich in Betreff des Vorhandenseins von Kernen mit Protoplasma an den Kopfstücken der Pfeiler bei erwachsenen Thieren gemacht haben, für wahrscheinlich, dass sowohl der innere als der äussere Pfeiler sich aus je zwei Zellen entwickelt, von denen die obere durch schnellere und stärkere Schrumpfung weniger leicht zur Beobachtung kommen. Waldeyer hat die Ansicht ausgesprochen, dass »jeder Pfeiler eine zum grössten Theile cuticular metamorphosirte Doppelzelle sei, deren einer Theil die kernhaltige Basis der membrana basilaris, der andere der lamina reticularis zukehrt.« Wie ich glaube, findet diese Ansicht in der von mir beobachteten Entwickelung der Pfeiler eine hinreichende Stütze.

Viel leichter als die bisher betrachteten Gebilde des akustischen Endapparats ist die Entwickelung der äussern Haarzellen zu verfolgen.

Dicht hinter der Pfeileranlage befindet sich im kleinen Epithelialwulst bei Thieren eine dreifache, beim Menschen eine vierfache Reihe von je zwei alternirend liegenden Cylinderzellen, aus denen durch einen eigenthümlichen Entwickelungsvorgang die oben beschriebenen Zwillingshaarzellen hervorgehen. Die untern Zellen liegen mit ihrem breitern den Kern enthaltenden Theil auf der lamina basilaris und gehen steil sich etwas verjüngend nach Oben; im Gegensatz zu den untern Zellen liegen die obern in der Höhe des Epithelialwulstes und gehen schmäler werdend nach Unten. Die Veränderungen, die sie in der weitern Entwickelung erleiden, scheinen lediglich darin zu bestehen, dass sie ihre anfänglich mehr senkrechte Stellung in eine mehr schräge von Oben und Innen nach Unten und Aussen gehende verwandeln, und dass durch Bildung der

Fortsätze und Verlöthung je einer obern und untern Zelle die eigenthümlichen Zwillingszellen entstehen.

Man könnte die Frage aufwerfen, ob die Annahme einer solchen Verlöthung zweier Anfangs getrennter Zellen histologisch berechtigt ist. Ich glaube die Frage mit Ja beantworten zu können. Wie ich schon früher auseinandergesetzt habe, erfolgt die Verbindung der beiden Zellen wesentlich dadurch, dass die Fortsätze mit einander verschmelzen und so den Zusammenhang der Zellen vermitteln; in gewisser Hinsicht kann man die Fortsätze mancher Epithelzellen als eine cuticulare Bildung derselben auffassen; dass aber Cuticularbildungen während ihres Entwicklungsprocesses mit einander verschmelzen können, ist ja bekannt.

Nach Aussen von den Haarzellen liegen noch eine Anzahl länglicher Zellen (Fig. III G), von denen die erste die Höhe der letzten Haarzelle erreicht, die folgenden, immer kleiner werdend, in das niedrige, cubische Epithel der zona pectinata übergehen. Besonders schön ist diese allmählige Abdachung beim Menschen entwickelt, wo der akustische Endapparat wie in einen Halbkreis eingelagert zu sein scheint. Man hat über die Natur dieser Zellen viel gestritten, Hensen hat sie Stützzellen genannt, Böttcher stellt sie den der zona pectinata und des sulcus spiralis gleich. Ich selbst betrachte sie als Zellen des kleinen Epithelialwulstes, die nicht zur vollständigen Entwicklung gelangt sind, gewissermassen rudimentäre Bildungen und finde eine Stütze für meine Ansicht darin, dass die Abdachung dieser Zellen ganz und gar der Form des kleinen Epithelialwulstes entspricht, dass beim Menschen und den Thieren eine ungleiche Anzahl von Zellen zur vollkommnen Umbildung in Haarzellen gelangen und dass die lamina reticularis, die wir als eine Cuticularbildung der Haarzellen werden kennen lernen, ebenso einen Anhang von nicht vollständig ausgebildeten Endgliedern zeigt, welche wir als Cuticularbildung jener nach Aussen von den Haarzellen liegenden Zellen betrachten können.

Membrana tectoria Henle (Corti'sche Membran).

Obgleich die Corti'sche Membran zu denjenigen Gebilden der Schnecke gehört, die am Leichtesten darstellbar sind, so ist doch nicht in allen Punkten über sie eine Einigung unter den Autoren erzielt. Uebereinstimmend wird angegeben, dass sie nach Innen unmittelbar an der Ansatzlinie der membrana vestibularis beginnt,

auf der crista spiralis mit einer zarten Schicht aufliegt, den Raum zwischen dem sulcus spiralis und dem Anfang des akustischen Endapparats mit ihrem dicksten Theil überdacht, und so den canalis sulci spiralis vestibularwärts abschliesst, dann wieder zarter und dünner werdend sich über den akustischen Endapparat hinzieht. Während aber die Einen (Claudius, Kölliker, Henle, Löwenberg) den äussern Ansatz am ligamentum spirale wollen beobachtet haben, lassen Andere (Hensen, Böttcher) sie frei in der Gegend der äussersten Haarzelle endigen. Ich habe mich bereits in einer vorläufigen Mittheilung (Innsbrucker Naturforscherversammlung 1869) für letztere Ansicht ausgesprochen und kann auch jetzt Allem, was Böttcher über die Täuschungen, die Henle und Löwenberg zu der entgegengesetzten Ansicht geführt haben, vorbringt, nur beistimmen. Ich habe oft genug Bilder beobachtet, in denen die erschlaffte membrana vestibularis der Art auf dem Epithel der zona pectinata auflag, dass der Anschein hervorgerufen wurde, als ginge die Corti'sche Membran bis an die äussere Schneckenwand. Dagegen lehren Schnecken junger Thiere, bei denen die Epithelialwülste noch erhalten sind, dass die Membran stets auf dem kleinen Epithelialwulst endet, ebenso wie man an tadellosen Präparaten von Schnecken erwachsener Thiere niemals die Membran über die äusserste Haarzelle hervorgehen sieht.

Man kann an der Membran drei Zonen unterscheiden, die sich sowohl durch die Textur als durch Gestalt von einander unterscheiden. Die innere Zone geht bei den Thieren von der Ansatzstelle in der Nähe der membrana vestibularis bis zum labium vestibulare cristae spiralis; sie ist dünn und structurlos, nimmt nach Aussen allmählig an Dicke etwas zu und ist am labium vestibulare durch eine feine spirale Linie von der mittlern Zone getrennt; beim Menschen (Fig. 3 C) ist diese Zone relativ dicker und in so fern etwas kürzer, als sie etwa in der Mitte zwischen der Ansatzstelle der membrana vestibularis und dem labium vestibulare beginnt. Die mittlere Zone, die vom labium vestibulare bis zur innern Haarzelle sich erstreckt, zeichnet sich durch besondere Dicke aus und ist in radialer Richtung feinstreifig. Die äussere Zone ist von der mittlern durch einen hyalinen, schmalen, spiral verlaufenden Saum getrennt und bildet ein feines netzförmiges Maschenwerk. Es ist mir weder gelungen, die Fortsätze zu sehen, die nach Böttcher von der Membran in die inneren sowohl als äussern Haarzellen

gehen sollen, noch mit Sicherheit die Höcker zu beobachten, die Hensen an der Grenzlinie zwischen der innern und mittlern Zone beschreibt. Jedenfalls muss ich die Annahme Böttcher's, dass die Cilien der Haarzellen nichts Anderes, als diese von der Corti'schen Membran losgerissenen und an den Zellen hangen gebliebenen Fortsätze seien, als bis jetzt unerwiesen und für unwahrscheinlich halten. Böttcher leugnet zwar nicht die Existenz der Haare an den Haarzellen, sondern glaubt nur, sie entstehen erst, wenn die stäbchenartigen Fortsätze von der Corti'schen Membran abreissen. Man kann es aber erstens als Regel betrachten, dass die Haare, wenn die Corti'sche Membran von dem akustischen Endapparat sich abhebt, an den Zellen haften bleibt, so dass man an Flächenpräparaten oft kaum eine Zelle ohne Haare trifft, sodann sieht man an isolirten Zellen die Haare in so regelmässiger Anordnung den obern Saum der Zellen einnehmen, dass man nicht glauben kann, sie seien durch künstliche Zerfaserung von Stäbchen entstanden; auch kann ich der Ansicht Böttcher's nicht beistimmen, wenn er sagt, dass die Haare »nicht auf der ganzen Endfläche der Zellen sitzen, sondern bloss eine leichtgekrümmte Linie einnehmen.« An sehr vielen Flächenpräparaten (Figur 21) sieht man die Ringe der lamina reticularios vollständig ausgefüllt von den Haaren und wenn man in einzelnen Fällen (Fig. 5) die Haare in einer bogenförmigen Linie sieht, so ist dies der optische Ausdruck der perspectivisch gesehenen schräg gelagerten Haarzelle. Was aber entscheidend für diese Frage ist: an isolirten Haarzellen sieht man (Fig. 12, 16 und 20) die Haare derartig kranzförmig die obere Fläche der Zellen besetzen, dass ein Zweifel darüber kaum aufkommen kann.

Was die Consistenz der Membran anbelangt, so wurde allgemein dieselbe als stark elastisch betrachtet; Waldeyer hält sie dagegen für vollkommen weich, fast gallertartig. So viel steht fest, dass ein Zusammenrollen der ganzen Membran nicht vorkommt, und wenn Winiwarter behauptet, dass man sie oft an Schnittpräparaten uhrfederartig eingerollt findet, so scheint mir dies nicht von der Elastizität der Membran herzurühren, sondern davon, dass die dünneren, innere und äussere, Zonen sich auf die mittlere dicke Zone mehr oder minder umschlagen; dass etwa die mittlere Zone durch Zusammenrollung verkürzt erscheint, habe ich nie beobachtet, vielleicht, dass die äussere Zone eine gewisse Elasticität besitzt, weil sie zuweilen beim Loslösen von ihrer Ansatzstelle zusammen-

schnellt und dadurch auch Kölliker zu der Annahme eines ein Gefäss führenden Kanals verleitet hat (vgl. Fig. IV x).

Die embryonale Entwickelung der Membran ist trotz ihrer grossen Ausdehnung nicht leicht zu beobachten. Böttcher hat bei einem 9,5 cm. langen Schafembryo ein dünnes radiär gestreiftes Häutchen beobachtet, welches der untern Wand des Schneckenkanals da auflag, »wo das Epithel die grösste Höhe erreichte« und hält es für die erste Entwicklungsstufe der Corti'schen Membran. Ich habe ähnliche Bilder, wie sie Böttcher in seinen Figuren 16 und 17 wiedergiebt, gesehen, habe aber Anstand genommen, darin eine Anlage der membrana tectoria zu finden, erstens weil ich die Streifen nie im Zusammenhange mit dem darunter liegenden Epithel, sondern frei im Schneckenkanal fand, sodann, weil ich keine Textur in ihnen entdecken konnte und endlich weil ich auch an andern Stellen des Schneckenkanals ähnliche Streifen beobachtete. Ich war in Folge dessen geneigt, sie als gerollte Schleimmassen aufzufassen und in keine Beziehung zur Corti'schen Membran zu bringen. Dagegen fand ich in embryonalen Schnecken zur Zeit, wo sich die Epithelialwülste bereits differenzirt haben, den obern Rand derselben von einem schmalen hyalinen Saum eingenommen, den ich als cuticulare Ausscheidung der Cylinderzellen und als Anfang der Membran betrachten möchte. Weitere Entwickelungsstufen gelang mir nicht zu beobachten, auch sah ich stets den obern Rand der Epithelialwülste scharf abgegrenzt und niemals, wie Böttcher angiebt, haarartige Fortsätze aus den obern Enden der hohen cylindrischen Zellen des grossen Epithelialwulstes hervorragen.

Lamina reticularis Kölliker.

So complicirt das Bild dieser eigenthümlichen Netzlamelle beim ersten Anblick erscheint, so leicht wird uns ihr Verständniss, wenn wir sie mit Böttcher und Waldeyer »nicht als einheitliches Gebilde« (Böttcher), sondern im Zusammenhange mit den Theilen, aus denen sie hervorgegangen sind, betrachten. Die Lamelle besteht aus einer eigenthümlich angeordneten Verbindung von Ringen und biscuitförmigen Platten, »Phalangen«. Dass diese Ringe keine blossen Löcher oder Lücken (Deiters, Winiwarter), gebildet durch den Abstand von je vier alternirend stehenden Phalangen, sondern ebenso, wie die Phalangen, wirkliche, körperliche Gebilde sind, davon kann man sich leicht an den Rändern von Flächenprä-

paraten überzeugen, in denen die Ringe isolirt erscheinen (Fig. 5 g_1, g_2, g_3, Figur 29). Waldeyer betrachtet Ringe und Phalangen als Cuticularbildungen der äussern Haarzellen und zwar der Art, dass die Ringe dem Vestibulartheile (Corti'sche Zelle der Autoren), die Phalange dem Basaltheile (Deiters'sche Zelle) entspricht. Ringe und Phalangen sind in regelmässiger Folge alternirend gestellt, in derselben Weise, wie die Haarzellen, und zählen eben so viele Reihen, wie letztere, d. h. bei den Thieren drei, beim Menschen vier. Die erste Reihe Ringe schliesst sich der Kopfplatte der innern Pfeiler an, Kölliker's sogenannte »helle Platte« ist nichts Anderes, als die Kopfplatte des innern Pfeilers. Jeder Ring erster Reihe liegt zwischen je zwei Endstücken der äussern Kopfplatten, die in dieser Weise die erste Reihe der Phalangen bilden, indem nun die innern Enden der Phalangen der zweiten Reihe sich zwischen die Endstücke je zweier Phalangen erster Reihe einschieben, werden die Ringe erster Reihe geschlossen. In analoger Weise setzt sich die Bildung der Rahmen fort, indem die Phalangen der dritten Reihe sich mit ihren innern Endstücken zwischen die äussern der zweiten Reihe einschieben, nur die Ringe der dritten Reihe werden nach Aussen, da hier die vollständig entwickelten Phalangen fehlen, von den sogenannten Schlussrahmen Deiters' geschlossen.

Diese Schlussrahmen sind, wie ich schon weiter oben erwähnt habe, Cuticularbildungen der nicht zu Haarzellen umgebildeten Epithelzellen des kleinen Epithelialwulstes, sie stehen zu den letztern im selben Verhältniss, wie die Ringe und Phalangen der lamina reticularis zu den äussern Haarzellen; sie enden da, wo die Epithelzellen des kleinen Epithelialwulstes in das cubische Epithel der zona pectinata übergehen und vermitteln auf diese Weise die Befestigung der lamina reticularis nach Aussen.

Die Endausbreitung des nervus acusticus.

Nachdem die Faserbündel des nervus cochlearis beim Austritt aus dem canalis centralis modioli das ganglion spirale im Rosenthal'schen Kanal (Fig. 1 G) durchsetzt haben, ziehen sie mit vielfacher Anastomosenbildung zwischen den beiden Platten der lamina spiralis ossea bis zum labium tympanicum cristae spiralis. Hier erfolgt ihre Theilung in kleine Faserbündel; an gelungenen Durchschnitten sieht man von jedem dieser Faserbündel einzelne

Fasern abgehen und, nachdem sie einen Theil ihrer Markscheide verloren haben, durch die Kanäle der Habenula perforata in den ductus cochlearis eintreten. Es ist schwer zu bestimmen, wieviel solcher Axencylinder durch jeden Kanal in den ductus cochlearis eintreten. In den Schneckenkanal eingetreten, zerfallen sie zum Theil in feinere Fibrillen und treffen auf die Zellen der Körnerschicht, die, wie wir gesehen haben, am Fusse der innern Haarzelle auf der Habenula perforata liegen. Mit diesen Zellen treten die Nervenfasern in Verbindung; welcher Art diese Verbindung ist, ist schwer zu bestimmen; ich bin geneigt zu glauben, dass die Nerven in diese Körner ein- und wieder austreten, weil sie, wie ich bei Besprechung des Epithelialwulstes auseinander gesetzt habe, genetisch mit der innern Haarzelle gleichwerthig sind. Ob alle Nervenfasern, bevor sie weiter gehen, Körner durchsetzen und ob umgekehrt alle Körner von Nerven durchsetzt werden, ist nicht zu entscheiden. Man trifft eine Anzahl Körner, die nicht mit Fasern in Verbindung stehen, was aber durchaus nicht beweisend ist. Ein Theil der Nervenfasern tritt in die innere Haarzelle über, »innere radiäre Nervenfaser« (Fig. 2 y). So sicher indess diese Thatsache nach meinen Beobachtungen ist, so wenig kann ich mit Bestimmtheit angeben, ob die Nervenfaser unmittelbar in den Zellkörper oder in einen der Basalfortsätze eintritt. An isolirten Haarzellen sieht man zuweilen ausser den beiden Basalfortsätzen abgerissene Fädchen (Figur 12), die man für Nervenfädchen halten kann; andere Bilder sprechen gegen eine solche Deutung, wie Fig. 2 y, hier scheint es, als würde ein Basalfortsatz in direktem Zusammenhang mit der Nervenfaser stehen, oder mit andern Worten, als würde die Nervenfaser einen der Basalfortsätze selbst bilden. In welcher Weise die Nervenfaser in der Zelle selbst endet, habe ich nicht beobachten können. Wie Waldeyer zuerst angegeben hat, und wie ich bestätigen kann (Fig. 2 y), zeichnen sich die innern radiären Fasern durch eine relativ grössere Dicke aus (nach Waldeyer 1,5—2 μ.). Es scheint, als würden die aus der Habenula perforata durchtretenden Akustikusfasern unverändert in die innere Haarzelle gehen, wenigstens kann ich in Fig. 2 y die innere radiäre Nervenfaser in gleicher Stärke bis zu ihrem Ursprung aus den dunkelrandigen Nerven in der lamina spiralis ossea verfolgen.

Ein anderer Theil der aus der Habenula perforata in den Schneckenkanal getretenen Nervenfäden gehen, nachdem sie die

Körnerschicht durchsetzt haben, in radiärer Richtung zwischen zwei innern Pfeilern etwa durch die Mitte der Corti'schen Bögen, wie »Harfensaiten« ausgespannt, bis zu den äussern Haarzellen. In Fig. 2 kann man sie bis zur dritten Haarzelle verfolgen, ob sie in deren Basaltheil oder Vestibulartheil eintreten, ist schwer zu sagen, ich halte das Letztere für wahrscheinlicher.

Diese »äusseren radialen Fasern« zeichnen sich durch ganz exquisit charakteristische Varikositäten aus und können zu keiner andern Deutung Veranlassung geben. Ich habe niemals so dünne Fäden unter den Corti'schen Bögen liegen sehen, wie sie Böttcher in Fig. 33 zeichnet, so dass ich glauben muss, seine Behandlung der Präparate mit Dammarlack trage die Schuld für dieses Verhalten. Meine Beobachtungen stimmen hierin ganz mit denen von Deiters und Löwenberg überein, nur dass diesen Autoren die Endigung der Nerven entgangen war; auch dem, was Löwenberg über die vier Arten von radiären Fasern angiebt, kann ich nicht beistimmen; es ist freilich nicht selten, dass man Nervenfasern im Binnenraum des Corti'schen Bogens sieht, die nach Unten zur lamina basilaris, andere, die nach Oben zu den Pfeilerköpfen zu gehen scheinen, aber man braucht wohl nicht erst darauf aufmerksam zu machen, wie vorsichtig man in der Beurtheilung solcher Befunde sein muss, um nicht das, was durch die künstlichen Eingriffe der Präparation hervorgerufen wird, für das Gesetzmässige zu nehmen. Ich kann nur sagen, dass alle Nervenfäden, die ich bis zu den äussern Haarzellen verfolgen konnte, innerhalb des Corti'schen Bogens, wie Harfensaiten straff ausgespannt erschienen.

Ausser diesen sich zweifellos als Nervenfäden charakterisirenden radiären Fasern, beobachtet man noch spirale Faserzüge, deren Natur weniger klar ist. Dieselben wurden von Max Schultze entdeckt und von Deiters zuerst näher beschrieben.

Kölliker bestritt die Angabe Schultze's, dass diese spiralen Züge mit bipolaren Zellen in Verbindung ständen, und glaubte, dass hier eine Verwechslung mit den spindelförmigen Faserzügen der tympanalen Schicht der lamina basilaris vorliege; Böttcher leugnet die spiralen Züge ganz und würde auch ihr Vorkommen aus entwicklungsgeschichtlichen und theoretischen Gründen nicht für möglich halten, wogegen Henle und Löwenberg die Deiters'schen Angaben einfach bestätigen. Wie ich glaube, kann nach den positiven Beobachtungen von Schultze, Deiters, Henle und

Löwenberg, die auch Waldeyer und ich bestätigen können, die theoretischen Gründe Böttcher's gegen die Existenz dieser spiralen Faserzüge nicht aufkommen; anders verhält es sich indess über den Ort, wo sie verlaufen und über ihre Bedeutung. Was den Ort anbelangt, so muss man sich hier vor allem, weil Flächenansichten nicht durch Vergleichung mit Querschnitten controllirt werden können, vor den Täuschungen hüten, die durch Verschiebung der Gebilde unter dem Deckglase hervorgerufen werden. Waldeyer beobachtet zwei Hauptzüge spiraler Fasern, den „inneren und den äusseren Zug"; der innere und zugleich schwächste Zug entspricht der Reihe der inneren Haarzellen, der äussere Zug in drei parallelen Abtheilungen den drei Reihen äusserer Haarzellen. Es sind äusserst zarte Bildungen und gleichen einer feinfaserigen Neuroglia (Hensen, Waldeyer). Nach Max Schultze und Deiters rühren diese spiralen Faserzüge von Nervenfasern her, die aus der Habenula perforata heraustreten und beim Umbiegen ihre Markscheide verlieren. In Fig. 28 o sieht man allerdings einzelne Faserzüge, wie es scheint, direct mit den Nervenfasern, die aus den Nervenkanälen austreten, in Verbindung stehen. Diese Figur giebt überhaupt über das Aussehen der spiralen Faserzüge ein gutes Bild, wenn auch die Lage derselben keine natürliche ist. Ob diese spiralen Züge mit bipolaren Zellen in Verbindung stehen, wie Max Schultze behauptet hat, konnte ich nicht feststellen, nur in Figur 27 vom jungen Hund sieht man multipolare Gebilde im Zusammenhang mit den Faserzügen, indess will ich das Präparat durchaus nicht als für diese Frage entscheidend betrachten. Ebenso muss ich es unentschieden lassen, in welcher Beziehung die spiralen Züge zu den Körnern der Körnerschicht stehen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VI, VII u. VIII.

Taf. VI.

Fig. 1. Die crista spiralis und lamina spiralis ossea von Vesperugo noctula (Ueberosmiumsäure).

C crista spiralis.

LL lamina spiralis ossea.

G ganglion spirale im Rosenthal'schen Kanal.

R Knochenbrücke zwischen den beiden Blättern der lamina spiralis ossea.

E dunkelrandige Nervenfasern.

Y Nervendurchtritt in den Schneckenkanal.

V labium vestibulare, T labium tympanicum cristae spiralis.

S die in den interdentalen Furchen liegenden rundlichen Epithelzellen.

v ein radial, w ein spiral verlaufendes Gefäss.

Fig. 2. Querschnitt des akustischen Endapparats vom Meerschweinchen (Pikrinsäure, Hartnack 9, Immersion, Ocular 3, Tubus 0).

R das Epithel des sulcus spiralis cristae; dasselbe ist aufgequollen und aus der Lage gebracht, in Folge dessen erscheint

L canalis sulci spiralis nicht in seiner natürlichen Form.

H membrana tectoria.

e innerer, f äusserer Pfeiler, a und b deren Bodenzellen, c und d Pfeilerköpfe.

M innere Haarzelle, y eine zur inneren Haarzelle tretende Nervenfaser. Nach Innen davon liegt eine abgerissene, an einem Korn der Körnerschicht anliegende variköse Nervenfaser.

P äussere Haarzellen, g_1, g_2, g_3 deren Vestibulartheil, h, h, h deren Basaltheil; der Phalangenfortsatz ist nur an der innersten Zelle theilweise zu sehen.

n variköse unter dem Corti'schen Bogen hinziehende und bis an die erste und dritte Haarzelle gehende Nervenfasern.

W vas spirale.

N Epithelzellen nach Aussen vom akustischen Endapparat (Hensen's Stützzellen).

Fig. 3. Senkrechter Durchschnitt des ductus cochlearis eines 26jährigen Mannes. Die Zeichnung entspricht zweien Präparaten derselben Schnecke und zwar ist die Strecke A bis i dem einen, das Uebrige dem anderen Präparat entnommen. Die Abbildung ist mit Vergrösserung Hartnak 7, Oberhäuser'schem Zeichenprisma, genau nach der Natur gezeichnet mit Vermeidung jeder Schematisirung.

A lamina spiralis ossea.

a netzförmiges, feinmaschiges Bindegewebe im Nervenkanal der lamina ossea.

S crista spiralis.
B membrana vestibularis.
c Epithelzellen auf der crista.
C membrana tectoria, die in der Mitte der vestibulären Fläche der crista beginnt.
x Stelle, von wo die radiäre Faserstreifung y abgeht.
z rundliche Zellen der crista zwischen parallel vestibulärwärts gehenden Fasern liegend.
V labium vestibulare und T labium tympan.
c ein Theil des Epithels des sulcus spiralis.
E dunkelrandige Nervenfasern.
y Durchtritt derselben in den Binnenraum des Schneckenkanals.
v ein Korn der Körnerschicht.
d eine Epithelzelle, die nach Innen von der inneren Haarzelle liegt und die Höhe letzterer erreicht.
e innere Haarzelle.
f und g innerer und äusserer Pfeiler; die zwischen denselben auf der lamina basilaris aufliegenden Kerne mit Protoplasma gehören zum Theil wahrscheinlich anderen, als den hier gezeichneten Bögen an.
OO lamina basilaris; die tympanale Zellenlage fehlt bis auf einzelne Stellen KK; ihre mittlere Lage q ist deutlich längsgestreift.
g_1, g_2, g_3, g_4 vier Reihen äusserer Haarzellen, mit deutlichen schräg abgehenden Phalangenfortsätzen; der Basilartheil der äusseren Haarzellen nur durch die drei Kerne b mit etwas Protoplasma angedeutet.
F_1, F_2 lamina reticularis.
G Hensen's Stüzzellen in das Epithel der zona pectinata i, i übergehend; auf der vestibulären Fläche der Stützzellen sieht man noch die Andeutnng einer mit der lamina reticularis zusammenhängenden cuticularen Lamelle.
h ligamentum spirale, das sich beim Menschen nur durch stärkere Faserstreifung vom
HH stratum semilunare unterscheidet.
m Epithel der stria vascularis.
n Gefäss des stratum semilunare.
J Knochenkapsel.

Fig. 4. Umgebung des canalis sulci spiralis, mit einem Theil des Corti'schen Organs von Vesperugo noctula (Ueberosmiumsäure).
J crista spiralis.
S interdentale Epithelzellen.
v Blutgefäss.
L canalis sulci spiralis.

H membrana tectoria.

T Epithel des sulcus spiralis.

x zusammengerollte äussere Zone der membrana tectoria, einen Kanal vortäuschend.

y Nervendurchtritt.

C lamina basilaris.

cc innerer Pfeiler, a deren Bodenzelle.

g_1, g_2, g_3 äussere Haarzellen, i Basalkern, k Phalangenfortsatz nach Unten umgeschlagen.

h zangenartige Umfassung des Vestibularkerns.

P lamina reticularis.

E dunkelrandige Nervenfasern.

K Fasern der crista concentrisch zum labium tympanicum convergirend.

Fig. 5. Akustischer Endapparat perspectivisch von der Seite und oben gesehen (Meerschweinchen, Ueberosmiumsäure).

E dunkelrandige Nervenfasern.

F Gehörzähne des labium vestibulare von der Fläche aus gesehen.

C lamina basilaris. Man sieht auf ihr die spiral verlaufenden spindelförmigen Zellen der tympanalen Lage durchschimmern, das Faserstratum ist feinstreifig.

ee innerer Pfeiler.

M Ciliensaum der inneren Haarzelle.

f äusserer Pfeiler.

c Kopf des inneren Pfeilers.

d Kopf des äusseren Pfeilers.

ii phalangenförmige Kopfplatten der äusseren Pfeiler (Phalange erster Reihe). Zwischen den Köpfen der äusseren Pfeiler sah man an diesem Präparate dunkle Rippen h, deren Deutung nicht mit Sicherheit gegeben werden konnte.

g_1, g_2, g_3 Ringe der lamina reticularis.

b Kerne der äusseren Bodenzellen.

xx Fussstücke der äusseren Pfeiler, pinselartig in die Streifen der G zona pectinata übergehend.

y schlingenförmige Fäden um die Ansatzstellen der äusseren Haarzellen.

k einige radiär gestellte spindelförmige Zellen, wahrscheinlich der mittleren Schicht der lamina basilaris angehörend.

z isolirte Kerne, vielleicht nur angeschwemmte Bildungen.

Fig. 6 bis 11 inclusive. Innere und äussere Pfeiler, isolirt, in schwacher Chromsäurelösung nach 24 Stunden untersucht, Fig. 1 vom Hund, die übrigen vom Meerschweinchen (Hartnack 9, Oberhäuser'sches Zeichenprisma). Fig. 6 Verbindung der Pfeiler mit der inneren Haarzelle.

c und d die Köpfe der Pfeiler.

b Kopfplatte des inneren Pfeilers.

x und y Protoplasmareste an den Köpfen der Pfeiler.

M innere Haarzelle mit Cilien und

a dem Kern.

T Epithelzelle aus dem sulcus spiralis.

Fig. 7. Innerer Pfeiler. b Kopf. e Körper. f äussere Kopfplatte. d innere Kopfplatte. g Gelenkconcavität zur Aufnahme des äusseren Pfeilers.

Fig. 8. Zwei nebeneinanderliegende innere Pfeiler, Bezeichnung wie Fig. 7.

Taf. VII.

Fig. 9. Drei innere Pfeiler in verschiedenen Stellungen A^1 und A^2 im Profil, A^3 en face von Aussen gesehen.

Fig. 10 und 11. Isolirte äussere Pfeiler. e Körper. d Kopf. c kernähnliches Gebilde in den Köpfen. b phalangenartige Kopfplatte. In Fig. 11 tritt die von Löwenberg hervorgehobene Aehnlichkeit der äusseren Pfeilerköpfe mit einem Vogelkopf deutlich hervor.

Fig. 12 bis 21 inclusive. Haarzellen vom Meerschweinchen, frisch in Chromsäure untersucht.

Fig. 12. Innere Haarzelle. b Zellenkörper, mit a dem Kern. c Cilienkranz. d breiter Basalfortsatz. e ein zweiter, zarterer Basalfortsatz. f abgerissener Faden, vielleicht vom Nerven herrührend.

Fig. 13, 14, 15 und 16. Innere Haarzellen mit zwei Basalfortsätzen, einem breiteren und einem schmäleren und mit schön entwickeltem Cilienkranz. Bezeichnung wie bei Fig. 12. x Kernkörperchen.

Fig. 17, 18, 19 und 20. Haarzellen mit einem Basalfortsatz, bei denen es ungewiss, ob sie inneren oder äusseren angehören. Bezeichnung wie in Fig. 12.

Fig. 21. Aeussere Haarzellen. a Basalfortsatz. b Phalangenfortsatz. h zangenartige Umfassung des Kerns.

Fig. 22. Eine Anzahl isolirter äusserer Haarzellen vom Hund (Ueberosmiumsäure, Hartnack 9, Oberhäuser'sches Zeichenprisma).

aa Vestibulartheil mit den Kernen bb.

c Kern des Basaltheils. Das Protoplasma daselbst fehlt theilweise, in Folge dessen scheinen die Basalfortsätze F länger.

ff Phalangenfortsätze.

Fig. 23. Akustischer Endapparat vom Hund perspectivisch von der Seite gesehen.

e innerer, f äusserer Pfeiler.

g_1, g_2, g_3, g_4 äussere Haarzellen. Man sieht hier vier Haarzellen wegen des schrägen Schnitts; daher kommt es auch, dass der Basaltheil der innersten Haarzelle dem äusseren Pfeiler näher liegt, als der Vestibulartheil; offenbar gehört diese Zelle einer anderen Reihe an.

ss Basaltheil der äusseren Haarzellen.
x, y, z Phalangenfortsätze.
h Ring der lamina reticularis.
C lamina basilaris.

Fig. 24. Lamina basilaris mit einem Theil der äusseren Haarzellen.
e äussere Pfeiler.
a äussere Haarzellen mit c Basalfortsatz und b Phalangenfortsatz.
C zona pectinata.
F Epithel derselben.
g losgelöstes Knochensplitterchen.

Taf. VIII.

Fig. 25. Querschnitt des Schneckenkanals vom jungen Hund (Ueberosmiumsäure, Hartnak 9, Ocular 3).
A lamina spiralis ossea.
B Anfang der membrana vestibularis.
k crista spiralis.
V labium vestibulare.
T labium tympanicum.
S Intendentale Epithelzellen der crista
in R das Epithel des sulcus spiralis übergehend.
L canalis sulci spiralis.
H membrana tectoria.
G grosser Epithelialwulst.
U helle, glasige Masse (Rückbildung des Epithelialwulstes).
F Kleiner Epithelialwulst.
CC lamina basilaris mit W dem vas spirale.
EE dunkelrandige Nervenfasern.
y Nervendurchtritt.
M innere Haarzelle.
N und O Anlagen zur Bildung des Corti'schen Bogens.
c und d Anlagen für die Pfeilerköpfe, enthaltend kernartige Gebilde.
x Trennungslinie der beiden Pfeileranlagen.
f streifige Masse, Anlage des Basaltheils des äusseren Pfeilers.
a und b Basalkerne.
g_1, g_2, g_3 Anlage der äusseren Haarzellen.
P lamina reticularis.
K Hensen's Stützzellen.
Q Epithel der zona pectinata (Claudius'sche Zellen).
R Fpithel des sulcus ligamenti spiralis, Fortsätze in D das stratum semilunare schickend.
ZZ tympanale Schicht der lamina basilaris.

Fig. 26. Weiter vorgeschrittenes Entwickelungsstadium der Corti'schen Bögen vom jungen Hund (Hartnak 7, Ocul. 3), Bezeichnung wie Fig. 25.

Fig. 27. Gegend der inneren Haarzelle und der Körnerschicht, Zerzupfungspräparat vom jungen Hund.

Der grosse Epithelialwulst ist von der lamina basilaris abgehoben und bereits vollständig in eine helle, glasige Masse verwandelt; die Körner der Körnerschicht aus der Lage gebracht und zum Theil mit Nervenfasern durchsetzt.

T Epithel des sulcus spiralis.

E dunkelrandige Nervenfasern, die bei Y durchtreten.

n, n, n variköse Nervenfasern aus der Lage gebracht; einzelne derselben stehen mit multipolaren Zellen in Verbindung.

AA Körner der Körnerschicht.

a und b Pfeileranlagen mit den Basalkernen.

g_1, g_2, g_3, g_4 Anlagen der äusseren Haarzellen.

Q Epithel der zona pectinata.

C lamina basilaris.

Z tympanale Zellenlage derselben, mit

W dem vas spirale internum.

Fig. 28. Lamina basilaris mit der Körnerschicht und den spiral verlaufenden Faserzügen (Kaninchen, Chlorpalladium).

E dunkelrandige Nervenfasern.

x abgerissene Fussstücke der äusseren Pfeiler in die Streifen der zona pectinata übergehend.

pp Körnerschicht.

rr spiral verlaufende Fasern zum Theil die Körner durchziehend, zum Theil, wie es scheint, aus der spiralen Lage künstlich gebracht. Einige Züge c scheinen mit den dunkelrandigen Nerven in Verbindung zu stehen.

Fig. 29. Akustischer Endapparat von der Fläche aus gesehen (Meerschweinchen, Ueberosmiumsäure, Hartnak 7, Ocul. 3).

e innerer Pfeiler.

h Cilienkranz der inneren Haarzelle.

c Köpfe der inneren Pfeiler.

d Köpfe der äusseren Pfeiler.

k äussere Kopfplatte des inneren Pfeilers (Kölliker's helle Platte).

x ein cilienartiger Saum an den Köpfen der Pfeiler.

p_1 phalangenartige Kopfplatte des äusseren Pfeilers (Phalange erster Reihe).

p_2, p_3 Phalangen zweiter und dritter Reihe.

z_1, z_2, z_3 die drei Reihen Ringe mit Haaren ausgefüllt; in einzelnen sieht man noch ein Pigment, das durch dunklere Punkte angedeutet ist.

q äussere Haarzellen, Fortsätze fehlen.

Die Zeichnungen sind sämmtlich von Herrn cand. med. Baer angefertigt.

Beitrag zur Kenntniss der Säugethierschnecke.

Von

Dr. **Nuel** aus Luxemburg.

Hierzu Taf. IX und X.

(Aus dem anatomischen Institute in Bonn.)

In letzter Zeit erschienen zwei ausgezeichnete Arbeiten über die Schnecke des Gehörorgans, von Böttcher[1]) und Waldeyer[2]), ausserdem ein eingehendes Referat von Hensen[3]) über die Arbeit Böttcher's, so dass es als gewagt erscheinen könnte, nach den Arbeiten so bekannter Forscher dieses Thema zu besprechen. Allein genannte Autoren werden wohl am ehesten gestehen, dass in dem Baue dieses Organes noch so manches Wichtige gar nicht, oder nur unvollkommen erklärt ist. Vor Allem war es Hensen's anregende Schrift, die mich zu dieser Veröffentlichung trieb, da ich aus einer grossen Anzahl von Präparaten die Antwort auf manche von ihm aufgeworfene Frage herausfand.

Meine Mittheilung bezieht sich auf zwei Hauptpunkte: auf die Streifung, resp. die Fasern der membr. basilaris, und den Verlauf der Nervenfasern im canalis cochlearis.

Die membr. basilar. hat in einem grossen Theile ihrer Aus-

---

1) Ueber Entwickelung und Bau d. Gehörlabyrinths. Aus d. XXXV. Bd. der Act. nov. acad. caesar. nat. cur.

2) Stricker's Hdb. d. Gewebelehre. V. Liefer. (Durch die gütige Vermittelung von M. Schultze erhielt ich diese Arbeit im Separatabdruck vor der Ausgabe des betreffenden Heftes.)

3) Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. VI.

dehnung ein streifiges Aussehen, ja der am stärksten streifige Theil, von der Ansatzstelle der äusseren Cort. Bogen bis zum lig. spir., verdankt diesem Umstande den Namen zona pectinata. Die meisten Forscher sprechen auch von einer Streifung der basilaris unter den Cort. Bögen, aber Niemandem scheint das Wesen der Streifung an dieser Stelle recht anschaulich geworden, und dürfte wohl Hensen der Wahrheit am nächsten gekommen sein.

Die Streifung rührt her von wirklichen isolirbaren Fasern oder Fäden, die einander vollständig gleich sind, deren Dicke und Selbstständigkeit aber an verschiedenen Stellen derselben Faser variirt. Dicht nach aussen von den Löchern der habenula perforata beginnen dieselben, und in gestrecktem Laufe ziehen sie, leicht divergirend, nach aussen, um sich am lig. spir. anzuheften. Ein Blick auf Fig. 1 und 2 wird besser als jede Beschreibung eine Vorstellung von dieser charakteristischen und äusserst regelmässigen Anordnung geben. Obschon mit dem Lineal ausgezogen, bleibt doch die Abbildung eher hinter der Natur zurück, als dass sie schematisirte.

Dass es wirkliche Fasern und nicht einfache Wülste der basilaris sind, welche dies Aussehen bedingen, ist zuerst von Hannover[1]), dann von Henle[2]) behauptet worden. Dieser Meinung muss ich mich unbedingt anschliessen. Zum Belege verweise ich auf Fig. 2, wo isolirte Fasern abgebildet sind. Querschnitte der Fasern als stark lichtbrechende, wohlbegrenzte Kreise habe ich sehr oft gesehen.

In der zona pectinata, die wir zuerst allein betrachten, ist das Fasersystem am ausgeprägtesten. Man kann die Fasern als äusserst starre, glasartige Fäden bezeichnen, die einen grossen Grad von Elasticität besitzen. Wird eine Serie solcher Fasern seitwärts gezogen, so bilden sie einen regelmässigen Bogen, gleich einem elastischen Stabe, dessen beide Enden durch eine Sehne angezogen sind. Wird diese Biegung zu stark, so knicken sich die Fasern längs einer Linie, Fig. 2 y; nie sieht man eine Faltung in dieser Richtung, wie bei einer Membran, die sich einfach umlegen lässt ohne zu brechen, sondern es ist ein wirkliches Gebrochensein an der Knickungsstelle. Ausserdem ist Fig. 2 noch lehrreich dadurch, dass sie isolirte geknickte Fasern zeigt.

---

1) Recherches microsc. sur le syst. nerv. Copenhague, 1844 p. 66.

2) Eingeweidelehre, 1866 p. 762 ff.

Die Dicke der Fasern ist von Hensen auf 0,0019 mm. und deren Zahl auf 13,400 für eine basilaris von 35,50 mm. Länge veranschlagt worden. Ich habe gefunden, dass in dieser doppelten Hinsicht bei verschiedenen Thieren ein beträchtlicher Unterschied ist: So beim Meerschweinchen und Kaninchen sind sie beträchtlich dicker und weniger zahlreich als bei der Katze und beim Hunde. Hensen zählte unter jedem Fussstücke der äusseren Cort. Bogen vier Fasern. Diese Zahl ist viel zu gering: beim Meerschweinchen zähle ich deren im Mittel 7, bei der Katze 10 bis 11. Eine genaue Bestimmung ist aber von der grössten Schwierigkeit.

Ein Punkt von hoher Wichtigkeit ist das Verhalten der Fasern zu dem sie tragenden und verbindenden Theile der basilaris.

Abgesehen von dem Lager querlaufender Bindegewebszellen und Fasern, die von der Pankentreppe her der basilaris ankleben, scheint mir das Verhältniss folgendes zu sein.

Zwischen je zwei Fasern bleibt eine Lücke, ausgefüllt durch eine sehr dünne, glashelle Lamelle, deren Dicke geringer ist als die der Fasern. Unter gewöhnlichen Umständen kommt sie fast nicht zur Anschauung, aber man überzeugt sich von deren Dasein an einer ausgefaserten basilaris, an der Stelle, wo die verbindende Lamelle zwischen zwei Fasern abgerissen ist (Fig. 2). Ihre Widerstandsfähigkeit ist sehr gering: sie faltet sich und zerreisst mit der grössten Leichtigkeit. Während die Fasern glasstarr und selbst auf grosse Strecken in schnurgeradem, nie in geschlängeltem Verlaufe sich erhalten, ist diese Lamelle ein Verbindungsmittel der Fasern in querer Richtung, im Leben, wie es scheint, ohne erhebliche Spannung, weil sie sonst zerreissen würde. Der Vergleich des Fasersystems mit einer Serie von gespannten Saiten, die isolirt in Schwingungen versetzt werden können, ist darum im höchsten Grade zutreffend. Es entspricht dieses Verhalten der Idee, die sich Helmholtz[1]) gleichsam theoretisch von der basilaris gebildet hatte, um ein anatomisches Substrat für seine physiologischen Betrachtungen zu haben. Dies ist in so hohem Grade der Fall, dass es richtiger wäre, sich auszudrücken, „die basilaris bestehe in der zona pectinata aus einem System saitenähnlicher, nur durch dünne, membranöse Lamellen verbundener Fasern", als „die basilaris sei hier eine glashelle Membran mit faseriger Ein- oder Auflagerung".

1) Tonempfindungen, 1870, p. 228.

Diese meine Ansicht widerspricht der gangbaren Meinung, nach welcher unter dem Faserstratum noch eine homogene Gewebslage von ansehnlicher Dicke sich hinziehen soll, wie z. B. Böttcher dies beschreibt und abbildet. Solche Anschauungen sind aber hauptsächlich bei embryologischen Untersuchungen entstanden. Hier sei beiläufig bemerkt, dass ich ausschliesslich erwachsene Thiere untersuchte. Es scheint mir übrigens nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, dass das hier besprochene Verhältniss beim Embryo etwas verschieden sei von dem, was man beim Erwachsenen findet; nach Böttcher's Untersuchungen sollen nämlich die Fasern epithelialen Ursprunges sein, die Verbindungslamelle aber vom Bindegewebe herstammen. Letztere, bei ihrer ersten Entwickelung von einer gewissen Selbständigkeit und Mächtigkeit, müsste nach und nach atrophiren, bis sie zur einfachen Verbindungslamelle würde, die ich oben beschrieben habe.

Bei älteren Thieren liessen die verschiedensten Präparate nur meine oben gegebene Auslegung zu. Querschnitte der basilaris vom Erwachsenen, wie Böttcher sie elegant gezeichnet hat, können nichts beweisen, aus dem einfachen Grunde, weil Verschiebungen nicht zu vermeiden sind. Nehmen wir an, ein Querschnitt vom modiolus nach dem lig. spir. hin begreife zwei Fasern; diese kämen dann übereinander zu liegen, die obere zu der Höhe erhoben welche die verbindende homogene Lamelle hat. Nun ist aber diese Lamelle so widerstandlos, zwei benachbarte Fasern derartig an einander verschiebbar, dass letztere aufeinander oder nebeneinander zu liegen kommen, die Lamelle sich aber faltet und, nach rechts oder links ausweichend, den Anschein einer homogenen Schichte unter den Fasern abgeben kann.

Allerdings etwas anders ist dies Verhältniss unter den Cort. Bogen. Hier sind die Fasern feiner, die sie verbindende homogene Membran entwickelter, so dass man mit mehr Recht von einem Eingelagertsein der Fasern sprechen könnte. Letztere sind weniger verschiebbar und sehr schwer zu isoliren. Ob hier die Dicke der Fasern durch die ganze Dicke der homogenen Membran reicht, ist mir bis jetzt unklar geblieben.

Innere und äussere Anheftung der Fasern. Nach Böttcher sollen die Fasern nicht in das lig. spir. übergehen. Zahlreiche Präparate zeigen mir das Gegentheil. Bei y in Fig. 1 sieht man deutlich einen directen Uebergang der Fasern in das ver-

filzte feinfaserige Gewebe des lig. spir. Die Uebergangsstelle sämmtlicher Fasern zieht sich prägnant als eine deutliche spirale Linie durch die ganze Schneke hin, jenseits welcher Linie die Fasern in etwas geschlängeltem Verlaufe zwischen den Gewebstheilen des lig. spir. sich verlieren.

Das innere Ende, oder der Anfangspunkt bildet gleichfalls eine spirale Linie, zwischen den Löchern der habenula perforata und den Ansatzstellen der inneren Cort. Bogen gelegen, jedoch minder linienartig, vielmehr bandartig, indem ein mehr allmählicher Uebergang hier stattfindet und die Fasern nicht so plötzlich ihren Charakter verlieren. An dieser Stelle (Fig. 2 u) sind die zwei Lamellen des labium tympanicum sulc. spir. zu einer einzigen Gewebslamelle verbunden, die ausschliesslich aus geschlängelten, leicht durchflochtenen, immer aber in radiärer Richtung verlaufenden Fasern besteht, das heisst die Richtung vom modiolus nach dem lig. spir. haben. Dicht nach innen erheben sich die Wülste der lamina perforata, die zwischen je zwei Löchern sich erheben und nach innen dem modiolus zustreben, um sich allmahlich abzuflachen und zu verlieren. Ganz deutlich ist auch hier ein directer Uebergang der Fasern der basilaris in jene des labium tymp. sulc. spir. zu bemerken.

In Bezug auf die Streifung unter den Cort. Bogen glaube ich entschieden einen Fortschritt gemacht zu haben, indem ich fand, dass am Fusse des äusseren Cort. Bogens die Fasern nicht einfach aufhören, oder sich in den Bogen festsetzen, sondern ohne jegliche Veränderung, nur unter einer allmählichen Verschmälerung unter dem Bogentunnel bis dicht vor die Löcher der habenula perforata sich hinziehen.

Die Auffassung Böttcher's, dass die Faserung unter den Cort. Bogen von den Protoplasmastreifen herrühren, welche von den Füssen der inneren Cort. Bogen bis zu den Füssen der äusseren hinziehen, ist entschieden unrichtig, wie aus dem ganzen Verlaufe meiner Darstellung hervorleuchten wird.

Hensen sagt, dass die Fäden unter den Bogen besonders eng aneinander liegen, dies sei vielleicht die Schuld, dass man sie bisher selten sah. Soll hierdurch gesagt sein, dass die Zahl der Fasern hier grösser sei, als in der zona pectinata, so muss ich widersprechen. Allerdings liegen hier die Fasern etwas dichter an einander,

da dieselben vom Umfange eines Kreises nach dessen Centrum streben. Aber so besonders dicht liegen dieselben doch nicht, als dass dies die einzige Schuld sei, warum man sie selten sah. Die Ursache davon liegt einerseits darin, dass die Fasern von den Fussstücken der äusseren Cort. Bogen nach innen sich beträchtlich verjüngen, andererseits aber nimmt der hyaline Theil der basilaris, der die Fasern verbindet, eine grössere Entwickelung an, so dass an dieser Stelle, wie schon gesagt, eher von einem Eingelagertsein der Fasern die Rede sein könnte. Diese hyaline Substanz zeigt sehr leicht eine durch feine Körnchen bedingte Trübung, und bei mangelhafter Conservirung wird schon in der zona pectinata dieses Umstandes wegen die Faserung getrübt. Unter den Cort. Bogen ist dies in viel höherem Grade der Fall, wegen der grösseren Feinheit der Fasern, sowie der stärkeren Entwickelung der Verbindungslamelle, und nur eine äusserst gute Conservirung vermag die Faserung an dieser Stelle zu erhalten. Also die mangelhafte Conservirung ist Hauptursache, warum die Faserung unter den Cort. Bogen bis jetzt unvollständig gesehen wurde. Das beste Conservirungsmittel ist eine ein- bis anderthalb-procentige Ueberosmiumsäurelösung, in welcher man eine halbgeöffnete Schnecke einen halben Tag liegen lässt.

Wie verhält sich nun aber unser Fasersystem zu den Fussstücken der inneren und äusseren Cort. Bogen?

In Bezug auf die äusseren Bogen bin ich im Stande, ganz bestimmte Angaben zu machen.

An Stellen, wo der Bogenapparat abgehoben ist, kann man oft in Verlegenheit kommen, wenn es sich darum handelt, die Ansatzstelle der änsseren Bogen zu bestimmen (z. B. Fig. 2). Die Fasern der basilaris ziehen ununterbrochen von aussen nach innen, nur dass sich eine allmähliche Abnahme ihrer Dicke bemerkbar macht. Betrachtet man (Fig. 1) von der Pankentreppe her eine basilaris, der das Cort. Organ anheftet, so sieht man, bei gehöriger Einstellung des Mikroskopes, die Fasern über das verbreiterte Ende der Cort. Bogen hinziehen. Stellt man aber tiefer ein, so hat es den Anschein, als ob das Fasersystem der zona pectinata aus den fächerartig ausgefaserten äusseren Bogen herrührte (Fig. 3), wie Böttcher sich die Sache vorstellt.

Die äusseren, sich an der basilaris anheftenden Bogen verbreitern sich an ihrer Ansatzstelle derart, dass die verbreiterten Enden zweier Nachbarn in unmittelbare Nähe kommen, ohne jedoch

mit einander zu verschmelzen. Nach aussen hin fasert sich das verbreiterte Ende fächerartig auf, und jeder aus dieser Auffaserung hervorgehende Faden legt sich einer Faser der basilaris an und verschmilzt mit derselben. Zum weiteren Belege weise ich auf x in Fig. 2, wo ein äusserer Cort. Bogen halb von der basilaris getrennt ist und nur durch einige seiner Endfäden mit derselben zusammenhängt. Beim Meerschweinchen ist der Abstand zwischen den Enden der Bogen etwas beträchtlicher und es hat manchmal den Anschein, als ob zwischen zwei Bogen eine Faser der basilaris durchzöge, ohne von ihnen eine Auflagerung erhalten zu haben.

An der Ansatzstelle der inneren Cort. Bogen ist das Verhalten allem Anschein nach dasselbe, obschon die Verhältnisse hier weniger klar vor Augen liegen. An einer basilaris, wo der Bogenapparat entfernt ist (Fig. 2), streben die Fasern ohne Unterbrechung von aussen nach innen ihrer Umsatzstelle zu und letztere kann auch hier gänzlich verwischt sein. Andererseits aber fasert sich das untere Ende der Bogen auf eine Weise aus, die der soeben für die äusseren Bogen beschriebenen vollständig identisch ist.

Von grosser Wichtigkeit wäre es, das Verhältniss der Stiele der Cort. Zellen zu dem Fasersystem zu ergründen. In dieser Hinsicht bin ich aber zu keinem sicheren Resultate gelangt, indem ich manchmal glaubte, das Uebergehen des Stieles in zwei oder drei Fasern, manchmal aber auch (beim Meerschweinchen) in nur eine einzige gesehen zu haben. Für die Katze möchte ich die Zahl drei für die Norm halten. Sicher habe ich bemerkt, dass dieselbe Faser der basilaris mit zwei Zellstielen in Verbindung stehen kann. Gegen Böttcher muss ich behaupten, dass keine einzige Faser der zona pectinata von den Stielen herstammt; das Verhältniss der Stiele zu den Fasern ist analog dem der Cort. Bogen zu den Fasern.

Die Nervenfasern im canalis cochlearis.

Meiner Ansicht nach sind alle neueren Forscher in Bezug auf den Verlauf der Nervenfasern im canalis cochlearis weit hinter Deiters[1]) zurückgeblieben. Dadurch sei nicht gesagt, dass die Schilderung dieses ausgezeichneten Forschers eine ganz zutreffende sei; aber ich möchte behaupten, dass Niemand mit derselben

---

1) Untersuchungen über die lam. spir. membr. Bonn 1860.

Deutlichkeit die Nervenfasern gesehen und mit derselben Bestimmtheit dieselben als solche beschrieben hat. Von ihm rührt die scharfe Trennung zwischen spiralen und radiären Fasern her. Von M. Schultze[1]) entdeckt, von Koelliker[2]) bestätigt und von Deiters[3]) genauer beschrieben und abgebildet, geriethen die spiralen, unter den Cort. Bogen verlaufenden, blassen Nervenfäden nach und nach in fast gänzliche Vergessenheit, denn ausser Hensen konnte kein einziger neuerer Forscher dieselben auffinden. Ja Hensen kann sie auch nicht bestimmt als Nervenfasern deuten, und macht überhaupt nur unbestimmte Angaben. Böttcher und Waldeyer nehmen im Tunnel des Cort. Organes nur radiäre Fasern an. Jenseits der Cort. Bogen will in neuerer Zeit ausser Hensen Niemand etwas von spiralen Nervenfasern wissen, sodass deren Existenz überhaupt sehr in Frage gestellt ist.

Meine Beschreibung nimmt die blassen Nervenfäden an der Stelle auf, wo sie zwischen den inneren Cort. Bogen durch in den Tunnel gelangen. Figur 1 ist ein Osmiumsäurepräparat. Die Schnecke einer alten Katze lag 10 Stunden in einer $1\frac{1}{2}$prozentigen Osmiumsäurelösung. Die Bindegewebszellen, die von der Paukentreppe her der basilaris anliegen, so wie die Cort. membran, sind entfernt. Das System der inneren und äusseren Hörzellen, im Präparate in situ erhalten, gibt die Zeichnung nicht wieder.

Man wird mich wohl fragen, welches Criterium ich für die Nervenfasern habe. Hierauf antworte ich mit Waldeyer: „Wer einmal diese ächten, varikösen Nervenfädchen in der Schnecke gesehen hat, wird nicht leicht in die Versuchung kommen, Bindegewebsfibrillen für Nervenfäserchen zu halten". Zur strengen Pflicht habe ich es mir gemacht, alles nur irgendwie Zweifelhafte auszuschliessen. Ferner kann ich zu meinen Gunsten die Autorität eines Mannes anführen, dem man die Competenz in solchen Dingen nicht wird absprechen können, des Geh. Rath M. Schultze, der meine Präparate geprüft hat.

Gleich bei ihrem Eintritte in den Tunnel biegen die meisten, wo nicht alle Nervenfäserchen um, verlaufen auf eine mehr oder minder grosse Strecke in spiraler Richtung, wenden sich dann nach

1) Archiv für Anatomie und Physiologie, 1858, p. 343.

2) Handb. d. Gewebelehre. 5. Aufl. p. 714, sowie die früheren Auflagen.

3) loc. cit.

aussen, um zwischen den äusseren Bogen durchzutreten, wo sie mir dann immer verschwanden. Sie verlaufen annähernd in derselben Ebene, etwas über der basilaris, nach aussen etwas näher der letzteren als nach innen. Zwischen zwei inneren Bogen tritt sicher wenigstens eine Faser durch, und zwar nahe an der basilaris, noch zwischen den Kernen, die hier im Innern des Tunnels den Bogen anliegen. Ich habe aber auch zwei Fasern durch einen einzigen dieser Zwischenräume treten sehen. Die Austrittsstelle befindet sich ebenfalls an den Fussstücken der äusseren Bogen, in der Höhe der hier liegenden Kerne. Nie sah ich eine Faser in der Höhe der Bogen austreten.

Ich will hier eines eigenthümlichen Fundes beim Kaninchen erwähnen. Nie findet man bei diesem Thiere so glatte Contouren an den äusseren Cort. Bogen, wie dies bei der Katze der Fall ist, vielmehr scheinen sie mehr oder weniger gezackt zu sein. Ist eine Reihe dieser Bogen auf eine gewisse Art umgebogen, so sieht man zwischen den Fussstücken von zwei Bogen eine ovale, knopflochähnliche Oeffnung, die nach oben, dem Gipfel des Tunnels zu, durch eine membranöse Lamelle abgeschlossen zu sein scheint. Wie weit diese Lamelle nach oben an dem Bogen sich erstreckt, vermag ich nicht anzugeben. Form und Grösse dieser Oeffnung erinnert an die Löcher der habenula perforata. Ich habe bis jetzt nur beim Kaninchen derartiges bemerkt. Diese Löcher befinden sich gerade an der Stelle, wo die Nervenfasern zwischen den äusseren Bogen durchtreten und wage ich es, die Vermuthung auszusprechen, dass dies die Durchtrittsstellen der Nervenfasern sind.

Kommen wir zu den Nervenfasern im Tunnel zurück. Die grösste Verschiedenheit herrscht zwischen denselben in Bezug auf ihren Verlauf im Tunnel selbst. Manche verlaufen spiral wohl unter 60 äusseren Bogen hin, ohne dass man sie nach aussen umbiegen sieht; andere verlaufen mehr schräge, ja die meisten ziehen in einem Gesichtsfelde bei Hartnack immers. Nr. X durch die ganze Breite des Tunnels. Einige nähern sich mehr oder weniger der radiären Richtung, ohne dass ich wirkliche radiäre Fasern gesehen hätte. Es geschieht wohl, dass eine die Hälfte des Tunnels radiär durchsetzt, aber dann sehe ich sie doch immer von dieser Richtung abbiegen.

Theilungen der Nervenfasern im Tunnel habe ich nicht bemerkt.

Wenn der Tubus auf diese Fasern richtig eingestellt ist, so verschwinden die übrigen Theile des Cort. Organes und man hat ein Bild von der äussersten Zierlichkeit und Klarheit vor Augen. Ohne Beimischung von anderswerthigen Fasern ziehen diese eleganten Nervenfäden auf beträchtliche Strecken durch den Raum, gleich den Fäden, die eine Spinne auf einer Wiese hinter sich herzieht. Es giebt keine zweite Stelle, wo man blasse Nervenfäden von solcher Feinheit auf so grosse Weiten isolirt zur Anschauung bringen kann.

Nicht alle Osmiumpräparate zeigen die Nervenfäden mit derselben Evidenz; ja dies ist nur äusserst selten der Fall und gewöhnlich sind nur Andeutungen von denselben vorhanden. Auf welchen Gründen das Gelingen oder Nichtgelingen beruht, ist mir unbekannt.

Nach den Angaben Böttcher's und Waldeyer's sollen die Nervenfasern, nach aussen von den Cort. Bogen, direct in die Cort. Zellen übergehen, wenigstens was die erste Reihe dieser Zellen anbelangt. Spirale Nervenfasern an dieser Stelle, von Deiters beschrieben, an denen Hensen noch festhält, sollen nicht existiren.

Vor Allem sei bemerkt, dass in einigen Präparaten, wo alle äusseren Hörzellen mit der M. reticularis abgefallen, der Bogenapparat aber erhalten war, ich ansehnliche Stücke von Nervenfasern nach aussen von den Bogen, der basilaris anliegend fand (Fig. 1 q), die unmöglich durch Zerrung aus dem Tunnel hervorgezogen sein konnten; weil aber die Hörzellen weggerissen waren, liess sich weiter nichts ermitteln.

Von anderer Seite ist es mir aber gelungen, einen Schritt weiter zu thun.

Waldeyer schildert sehr zutreffend ein System spiraler Fasern, die an den Stielen der inneren und äusseren Stäbchenzellen hinlaufen. Ich habe sehr oft diese äusserst feinen Fäden an Zellen, die in situ waren, gesehen. Sie sind viel dünner und feiner, als die Nervenfasern unter den Cort. Bogen, parallel von einem Stiele zum anderen laufend, so dicht an einander, dass sie eine membranartige Verbindung zwischen den Stielen einer Reihe herstellen. Waldeyer kann sich nicht bestimmt für oder gegen deren nervöse Natur aussprechen. Aus Fig. 28 und 30 von Deiters leuchtet hervor, dass dieser Forscher dieselben gesehen und als

Nervenfasern gedeutet hat. Hensen steht auch für deren nervöse Natur ein.

Nie sehe ich dieselben weder nach den Hörzellen, noch nach der basilaris umbiegen und als Nervenfasern kann ich sie nicht ansehen, da wohl andeutungsweise Anschwellungen, nie aber deutliche Varikositäten an ihnen vorkommen.

Fig. 4 stellt eine Reihe von ausgefallenen Hörzellen des Kaninchens dar, ein Präparat, wie man sich leicht eines herstellen kann. Die Cort. Zellen sind unter der reticularis abgebrochen. Nach oben ist die innere Seite der Zellen, d. h. die den Cort. Bogen zugekehrte. In Bezug auf die Differenzirung der einzelnen Elemente dieses Conglomerates von Zellen muss ich Waldeyer beistimmen, nach dessen Meinung die Deiters'schen Haarzellen mit den Cort. Zellen verschmolzen sind, obschon, wie die Fig. 4 zeigt, den Deiters'schen Zellen eine grössere Selbstständigkeit zukommt, als Waldeyer es behauptet. Das konische Gebilde bei b ist sicher dasjenige, was Deiters Fadenzelle, Waldeyer einfachen Stiel oder Fortsatz nennt, den die Hörzelle nach der reticularis sendet. Diese konischen Gebilde sind immer an ihrer Basis mit den Cort. Zellen zu einer Zone verbunden, in der weder von der einen noch von der anderen Zellart die Contouren mit Sicherheit verfolgt werden können. Was als Deiters'sche Zelle gilt, steht immer schief gegen die Richtung der Cort. Zellen und die Spitze geht etwa zwei Cort. Zellen seitwärts an die reticularis sich anheften. Diese schiefe Stellung ist etwas Beachtenswerthes, um so mehr, da ich gefunden habe, dass sie schon in den äusseren Stützzellen vorgebildet ist. Diese langgestreckten Epithelialzellen stehen parallel den Hörzellen, gegen die Cort. Bogen in geneigter Stellung und wie die Hörzellen in spiralen Reihen geordnet, aber so, dass die Elemente einer Reihe in Bezug auf die Elemente einer Nachbarreihe dieselbe schiefe Stellung einnehmen, wie die Deiters'schen Zellen in Bezug auf die Corti'schen.

In der Zone, wo die zwei Arten Zellkörper verschmolzen sind (Fig. 4), befinden sich, ausser den deutlich in den Cort. Zellen enthaltenen Kernen (c) noch zwei Reihen Kerne, von denen die untersten (d) sicher nicht in den Cort. Zellen gelegen, auch von etwas kleinerem Kaliber sind. Von den anderen (e) tiefer gelegenen mag es dahingestellt sein, ob sie etwa einer zweiten Reihe von Cort. Zellen angehören.

Nach unten schliesst sich an die Cort. Zellen ein Gebilde, das

man schlechthin als Stiele der Cort. Zellen bezeichnet. Ein Blick auf die Figur zeigt, dass mit diesem Namen nicht Alles abgemacht ist; es liegen vielmehr complicirtere Verhältnisse vor, deren eigentliches Verhalten schwierig zu erkennen ist. Das Ganze kann wohl mit einer Membran verglichen werden, durch deren Querrichtung die Stiele der Cort. Zellen verlaufen. In situ kommen die unteren Enden der Cort. Zellen der basilaris sehr nahe; da nun die Stiele der Cort. Zellen eine beträchtliche Länge haben, müssen sie der basilaris fast parallel verlaufen, um zu ihrer Ansatzstelle zu gelangen. Es bildet daher das Ganze, als membranartiges Gebilde bezeichnete Gewebsstück einen stumpfen Winkel mit der Ebene einer Reihe Cort. Zellen.

Bei näherer Betrachtung findet man weiter, dass hier noch verschiedene Gebilde in mehreren Ebenen über einander liegen: vor Allem spirale Faserzüge, dann senkrecht auf denselben Linien oder Fasern, die man für Stiele der Cort. Zellen halten könnte. Nach oben ist ein System geschlängelter, wellenförmiger Linien (f), die unmöglich als Stiele der Cort. Zellen aufgefasst werden können. Nach oben scheinen sie in die Contouren der Deiters'schen Zellen überzugehen. Es hat den Anschein, als wenn dies Grenzlinien von membranartigen Lamellen seien, deren Gesammtheit eine wirkliche Membran ausmacht. Im oberen Theile jeder dieser Lamellen liegt constant einer von den Kernen kleineren Kalibers, von denen oben die Rede war.

Mehr in der Tiefe liegen andere, geradlinige Streifen (g), die in ihrer Richtung etwas von den ersteren abweichen und welche die wirklichen Stiele der Cort. Zellen zu sein scheinen.

In der Tiefe sieht man, auffallend vor allem anderen, die, wie mir scheint, von Deiters und Hensen als Nervenfasern beschriebenen Spiralfasern; es sind die einzigen von Waldeyer gesehenen Spiralfasern. Wie oben bemerkt, sieht man dieselben leicht in situ. Von ausserordentlicher Feinheit und in grosser Menge verlaufen sie in einer Ebene mit den wirklichen Zellstielen, eine membranartige quere Verbindung zwischen letzteren in fast ihrer ganzen Länge herstellend. Nie sah ich deren in einer Ebene mit den wellenförmigen Linien (f), die man auch als Zellstiele zu deuten geneigt sein könnte; sie treten mit diesen in gar keine Verbindung. Nirgends sehe ich dieselben, weder nach der basilaris, noch nach den Zellkörpern umbiegen; überhaupt, wie oben bemerkt, ihr ganzer Habitus,

das Fehlen von Varikositäten, unterscheiden sie von Nervenfasern.

Eine Merkwürdigkeit von diesen Fasern muss ich noch erwähnen, nämlich auch in Bezug auf diese Fäden finden wir das System der Hörzellen in den äusseren Stützzellen vorgebildet, denn ich fand ein ganz identisches System von spiralen Fasern zwischen den Stützzellen, die, wie gesagt, den Hörzellen schon analog gelagert sind.

Zu alleroberst, also noch über den wellenförmigen Linien, verläuft ein zweites System spiraler Fasern, die ich mit Bestimmtheit für Nervenfasern erklären muss. Sie unterscheiden sich von den vorigen in Zahl, Dicke und Lauf: sie sind dicker, weniger zahlreich und zeigen Varikositäten von der ausgesprochensten Deutlichkeit; ihre Richtung ist spiral, aber ein Umstand von der grössten Bedeutung ist, dass alle nach oben, den Hörzellen zustreben, um in der Zone zu verschwinden, wo die Zellkörper verschwommen sind. Sie liegen noch über den geschlängelten Linien (f); also wenn wir unser ganzes membranartiges Gebilde betrachten, liegen sie demselben auf der Fläche auf, die der basilaris zugekehrt ist.

Es gelangen also auch von aussen her Nervenfasern zu den Hörzellen und jedenfalls ist die von Böttcher und Waldeyer beschriebene Endigungsweise des nervus cochleae nicht die einzige.

Ich verweise hier noch auf Fig. 6, die ein Präparat vom Kaninchen darstellt. Die Ansatzstellen der zwei inneren Reihen Zellstiele an der basilaris sind in polygonalen Feldern enthalten, die sich gegenseitig wie ein Pflasterepithel berühren. Allem Anschein nach sind es Ansatzstellen von Zellen, die nach oben in das membranartige Gebilde mit den Stielen der Cort. Zellen verlaufen. Die polygonalen Felder müssen mit der Zusammensetzung dieses dunkeln Gewebetheiles die innigste Beziehung haben, und sie werden vielleicht den Ausgangspunkt zu einer richtigen Deutung desselben abgeben.

Fig. 5 ist ein Querschnitt des Cort. Organes von der Katze. Ich gebe hier diese Abbildung, weil das Präparat mit der grössten Evidenz manchen bestrittenen Punkt erklärt. Drei Cort. Zellen (k) sind in der Mitte abgebrochen und das obere Stück im Verbande mit der reticularis erhalten. Die Zellgrenzen dringen deutlich durch die reticularis und an dem oberen Ende der Zelle befindet sich ein Büschel von Anhängen (s), die man eher als Stäbchen, denn als Haare bezeichnen kann. Bei s′ sind dieselben Stäbchen, aber die innere Zelle ist weg. Die Stäbchen haben eine messbare Dicke

und verjüngen sich nach oben. Ich habe dieselben unzählige Male an den bestconservirten Präparaten, sowohl an den inneren, wie an den äusseren Hörzellen und immer in derselben Form gesehen, und es kann darüber kein Zweifel sein, dass wir es hier mit wirklich präformirten Gebilden zu thun haben und nicht mit Kunstprodukten, wie Böttcher es behauptet.

Ich möchte die Zeichnung Fig. 8 der Deiters'schen Fig. 32, Taf. VIII, gegenüberstellen. Die von Deiters dort gezeichneten Linien deutet dieser Autor als Stützfasersystem unter den Cort. Bogen. Von diesem Stützfasersystem habe ich nie etwas gesehen. Das Präparat stammt von einer halbjährigen Katze her. Das Cort. Organ ist in seiner Totalität von der basilaris abgehoben. Am Boden des Tunnels, auf der basilaris findet man eine regelmässige Zeichnung, indem gewisse Felder durch Linien abgegrenzt sind. Bei a sind die Kerne an den Füssen der äusseren Cort. Bogen; jeder dieser Kerne ist in einem Felde (b) enthalten, das sich nach innen ausdehnt und durch eine äussere Begrenzungslinie abschliesst. Nach innen schliessen sich dann schmalere und darum zahlreichere Felder an (c). Die äusseren Felder entsprechen an Zahl den äusseren Cort. Bogen, ja die zwei äusseren Begrenzungslinien, die noch über den Kern hinausgehen, müssen in die Contouren der äusseren Bogen übergehen. Die inneren Felder entsprechen an Zahl den inneren Cort. Bogen, obschon ich ihr Verhalten zu deren Fussstücken nicht habe ergründen können. Es liegt etwas sehr regelmässiges in dem ganzen Bilde. Als Fasern kann ich die Linien nicht ansehen, sondern als Begrenzungslinien von Feldern, die durch eine körnige Substanz ausgefüllt sind. Ich stehe nicht an, dies als eine Flächenansicht der Protoplasmastreifen zu erklären, die auf dem Boden des Tunnels die beiden Kerne an den Fussstücken der Cort. Bogen verbinden und von denen bei b in Fig. 5 ein Bruchtheil gezeichnet ist. Aus der Zeichnung geht hervor, dass der Protoplasmastreifen nicht ununterbrochen von einem Kerne zum anderen hinzieht, was schon darum unmöglich ist, weil die Zahl der inneren Bogen grösser als die der äusseren ist, es müsste denn eine Theilung stattfinden; es sind vielmehr zwei Arten Protoplasmastreifen, die einander entgegenstreben, ohne mit einander zu verschmelzen.

Die ganze Zeichnung schwindet bis zu einem gewissen Grade bei älteren Thieren, aber immer findet man noch Andeutungen derselben, so Fig. 7 von der alten Katze, wo von den Fussstücken der

äusseren Bogen die Anfänge der Begrenzungslinien erhalten sind. Ich finde dies bei allen von mir untersuchten erwachsenen Säugethieren.

Unter diesem Protoplasma befinden sich in der gewöhnlichen Anordnung die Fasern der basilaris. Dies möchte ich Böttcher gegenüberhalten, der bekanntlich die Streifung der basilaris unter den Cort. Bogen von den Protoplasmastreifen herleitet. Wenn dieser Forscher die Linien f in Fig. 7 als Streifen in der basilaris erklärt, so ist ihm sicher die eigentliche Streifung unbekannt geblieben.

Vorstehende Untersuchungen machte ich während des Sommersemesters 1871 im anatomischen Institute zu Bonn und erfülle ich eine angenehme Pflicht, dem Herrn Geh. Rath M. Schultze meinen innigsten Dank auszudrücken für die Freundlichkeit, mit welcher er mir in Rath und That Beistand leistete.

August 1871.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IX u. X.

Fig. 1. Die ganze Ausdehnung der basilaris, mit den Cort. Bogen, Hörzellen und reticularis weggerissen.

a markhaltige Nervenfasern.
b Ansatzstelle der inneren Cort. Bogen an der basilaris.
c Kerne an den Fussstücken der inneren Bogen.
d innere Bogen.
e innere Gelenkstücke.
f äussere Gelenkstücke.
g äussere Bogen.
h Kerne an den Fussstücken der äusseren Cort. Bogen.
o Ansatzstelle der äusseren Bogen an der basilaris.
q Nervenfasern, die nach aussen von den Cort. Bogen lagen.
p Ansatzstellen der Stiele der Cort. Zellen.
y Linie, die den Uebergang der basilaris in das lig. spir. bildet.
x ligamentum spirale.

Fig. 2. Ausgefaserte und gebrochene basilaris. Die markhaltigen Nervenfasern sind entfernt, darum sieht man deutlich die innere Anheftung der Fasern in der basilaris.

l Löcher der habenula perforata.
u Zone, wo der Uebergang der basilaris in das labium tympanicum sulc. spir. stattfindet.
x halb von der basilaris getrennter Cort. Bogen.
y zwei geknickte Systeme von Fasern der basilaris.

Fig. 3. Zwei äussere Cort. Bogen so eingestellt, dass die Fasern der zona pectinata daraus hervorzugehen scheinen.

Fig. 4. Eine Reihe losgelöster Cort. Zellen.
- a Corti'sche Zellen.
- b Deiters'sche Zellen.
- c Kerne in den Cort. Zellen.
- e mittlere Reihe von Kernen.
- f wellenförmige Begrenzungslinien.
- g Stiele von den Cort. Zellen.

Fig. 5. Querschnitt des Cort. Organes.
- a innerer Cort. Bogen.
- c äusserer Cort. Bogen.
- b Protoplasma und Kern am Fusse des inneren Cort. Bogen.
- s Stäbchen der äusseren Cort. Zellen.
- s' Stäbchen der inneren Cort. Zellen.
- d Stiele oder Fortsätze der Deiters'schen Zellen nach der reticularis.

Fig. 6. Vom Kaninchen. Polygonale Felder um die Ansatzstellen der zwei inneren Cort. Zellen an die basilaris.

Fig. 7. Erwachsene Katze. Flächenansicht der Protoplasmastreifen auf dem Boden des Tunnels.
- a zwei äussere Bogen.
- k Kerne an den Fussstücken der äusseren Bogen.
- f Begrenzungslinien der Protoplasmastreifen.

Fig. 8. Junge Katze. Flächenansicht der Protoplasmastreifen auf dem Boden des Tunnels.
- a Kerne an den Fussstücken der äusseren Bogen.
- b äussere Felder.
- c innere Felder.
- d Ansatzstellen der äusseren Stützzellen.
- e Ansatzstellen der Stiele der Cort. Zellen.

Untersuchungen über die Eier der Reptilien.

Von

Dr. **Th. Eimer,**

Privatdocent zu Würzburg.

I.

Das Keimbläschen.

Das Keimbläschen wächst in den Eiern der Reptilien rasch zu ausserordentlicher Grösse heran, so dass es sich zum Zweck genauer Untersuchung nach Anstechen des Follikels bald unschwer isoliren lässt. Zu diesem Behufe bringt man passender Weise ein Stückchen des frischen Eierstocks auf den Objektträger und entleert die grösseren Eier, um die freigewordenen Keimbläschen ohne Zusatz eines fremden Mediums in der ausgeflossenen weichen Dottermasse selbst studiren zu können.

Wir gehen von der Betrachtung der Verhältnisse aus, wie sie sich bei der grünen Eidechse finden.

In Follikeln dieses Thieres von 1,3 Mm. Durchmesser hält das Keimbläschen nicht weniger als 0,18, in solchen von 0,75 Mm. 0,12, in Follikeln endlich von 0,31 Mm. nur 0,06 Mm. im Durchmesser.

Es sind die Keimbläschen helle, kugelige Körper, welche gegen Druck einigen Widerstand leisten, denn sie sind von einer unzweifelhaften Membran umgeben, die sich nach einigem Misshandeln des Objekts zuweilen sogar stellenweise in leichte Fältchen legt.

Eine genauere Betrachtung des Inhalts der Keimbläschen ergibt nun eine Reihe sehr bemerkenswerther Thatsachen. An den grösseren unter ihnen fällt zunächst ein etwas einwärts von ihrer Peripherie gelegener Kreis von hellglänzenden kugeligen Körperchen, etwa vom Durchmesser lymphoider Zellen auf, welche in ge-

wissen Abständen von einander entfernt liegen: die Keimflecke, wie sie in ähnlicher Lagerung von Gegenbaur[1]) beim Kaiman beschrieben worden sind. Allein es ist mittelst stärkerer Vergrösserungen nicht schwer zu erkennen, dass der bei oberflächlicher Betrachtung homogen und wasserklar scheinende Inhalt des Keimbläschens, abgesehen von jenen peripherisch gelegenen Keimflecken, von unzähligen Körperchen, welche nur kleiner, im Uebrigen aber von derselben Beschaffenheit sind wie diese, durchsetzt ist; ferner, dass diese Körperchen in der Grösse Uebergänge einerseits zu dem erwähnten Kreis von Keimflecken zeigen, dass aber andererseits ebenfalls zahllose Uebergänge von ihnen ab zu feinsten Körnchen existiren, welche durch das ganze Keimbläschen zerstreut sind, besonders aber in dessen Mittelpunkt dicht sich anhäufen. Wenn man, um die verschiedenen Tiefen des Objekts zu durchforschen, den Tubus des Mikroskops senkt und hebt, so bekommt man durch die Tausende von blinkenden Körperchen, welche sich darin finden, unwillkürlich den Eindruck, als schaute man in den klaren Sternenhimmel: wie hier die kleinsten Sterne, so wollen dort die feinsten Körnchen der Kraft des Auges entweichen, und man wird zu der Vermuthung gedrängt, es werden stärkere Instrumente, als diejenigen sind, welche uns jetzt zu Gebote stehen, den ganzen Inhalt des Keimbläschens auflösen in eine aus dicht gedrängt liegenden feinsten Körnchen bestehende Masse.

Etwa 20 bis 25 der erwähnten grossen Keimflecke liegen im grössten optischen Querschnitt z. B. von Keimbläschen, welche ungefähr 0,2 Mm. im Durchmesser halten. Aber zwischen ihnen und der Membran der letzteren kann man häufig noch einen oder mehrere concentrische Kreise, von den kleineren Körperchen gebildet, erkennen. Eine solche concentrische Anordnung zeigen nun zuweilen auch die übrigen der grösseren Körperchen, welche das Keimbläschen durchsetzen, und zwar halten dann sowohl jene gegenseitig, als auch die Kreise, zu welchen sie angeordnet sind unter sich, bestimmten Abstand, so dass eine höchst wunderbare Regelmässigkeit in dem scheinbaren Wirrsal des Keimbläscheninhalts sichtbar wird (Fig. 18). Nur gegen den Mittelpunkt dieses Inhalts hin scheint ein Chaos von Körnchen zu beginnen.

Aber auch hier dürfte Ordnung herrschen: wenn man Durch-

1) Gegenbaur: Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiereier mit partieller Dottertheilung. Reich. Arch. 1861.

schnitte durch die Follikel macht, nach Erhärten mittelst Methoden, welche deren Inhalt und selbst denjenigen des so zarten Keimbläschens in keiner Weise alteriren, so glaubt man zuweilen zu erkennen, dass die feinsten Körnchen, welche besonders im Mittelpunkte des letzteren liegen, wiederum um einen hellen centralen Punkt von der Grösse eines Lymphkörperchens herum angehäuft seien. Die innersten der Körnchen, diejenigen, welche den hellen Punkt unmittelbar umgeben, bilden wieder einen regelmässigen Kreis um diesen. Und was die äussere Grenze der Körnchenansammlung betrifft, so verliert sich dieselbe allmälig in die sie umlagernden concentrischen Körnchenkreise.

In kleineren Keimbläschen traf ich die grossen Keimflecke nicht nahe der Peripherie, sondern um die centrale Körnchenansammlung herumliegend, also einen engeren Kreis bildend als in den grossen (Fig. 21). Von hier rücken sie offenbar allmälig nach aussen, und neue Kreise, welche aus jener Ansammlung gebildet werden, schliessen sich ihnen von innen an, — um ebenfalls zu Keimflecken zu werden.

In den Keimbläschen der Eier verschiedener Schildkröten (Cistudo Carolina, Testudo-Arten, Fig. 6), war die centrale Körnchenansammlung gewöhnlich ziemlich scharf von der helleren Peripherie abgegrenzt, so dass man füglich von einer Central- und einer Rindenmasse in diesen Keimbläschen sprechen kann. Die Centralmasse nimmt mit dem Wachsthum des Eies bis zu einem gewissen Grade verhältnissmässig sehr zu: in einem Keimbläschen von 0,12 Mm. hatte sie 0,001, in einem solchen von 0,17, 0,07 Mm. Durchmesser, — die Rinde war in beiden Fällen ziemlich gleich breit.

Bei den Schildkröten wie bei der grünen Eidechse zeigten die grossen Keimflecke oft ein helles Centrum, so dass der Eindruck eines Bläschens entstand. Unzweifelhaft aber ist die Bläschennatur der grossen Keimflecke in den Eiern der Ringelnatter zu erkennen. Man unterscheidet an diesen deutlich eine Hülle, welche einen hellen Hohlraum umgibt. Im Mittelpunkt dieses Hohlraums liegt das Schrön'sche Korn als schönes rundes Kügelchen und in den grössten Keimflecken (0,013 Mm.) enthält das Korn eine Anzahl feiner, aber scharf markirter Körnchen, Keimkörnchen oder Keimpünktchen. Nur in den grössten Keimflecken sind diese Körnchen zahlreich vorhanden; in kleineren findet man nur einzelne

derselben — eines bis zwei — im Keimpunkt; und in noch kleineren ist dieser homogen (Fig. 3, bes. A. u. B. u. Fig. 4).

Geht man noch weiter herab in der Stufenleiter der Grösse der Keimbläschen, so vermisst man auch das Schrön'sche Korn und zuletzt ist sogar eine Unterscheidung von Hülle und Höhle am Keimfleck nicht mehr möglich; es hat derselbe jetzt ein fetttröpfchenähnliches Aussehen (Fig. 3—6). Diese kleinen Keimflecke zeigen im Keimbläschen der Ringelnatter wieder zahllose Uebergänge zu unendlich feinen Körnchen, welche dasselbe hier durchaus zu erfüllen scheinen. Dabei unterscheiden sich diejenigen Körnchen, welche schon den ersten Schritt im Heranwachsen zu Keimflecken gethan haben, durch ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen von den übrigen und dadurch, dass Osmiumsäure sie etwas dunkler färbt als diese.

Fig. 3 und 4 zeigen Keimbläschen aus dem Natternei mit den beschriebenen Eigenschaften, aber umgeben von einer 0,03 Mm., also unverhältnissmässig dicken, höchst eigenthümlichen Hülle, die aus sehr feinen Körnchen zusammengebacken scheint und sich durch eine schöne radiäre Streifung auszeichnet. Die Streifen lassen sich an einigen Stellen der Fig. 3 noch über die Hülle hinaus in den Dotter hinein verfolgen, in welchem Verhalten wir wahrscheinlich die Anzeichen der weiter fortschreitenden Verdickung der Hülle vor uns haben. In kleineren Eiern traf ich um das Keimbläschen nur eine feine Haut (Fig. 1) wie bei der grünen Eidechse und bei der Schildkröte. Auf dieser Haut muss die dicke Hülle durch Anlagerung von aussen entstanden sein. Die radiäre Streifung ist wohl als der Ausdruck von Poren, von feinen Röhrchen zu erklären, welche die Hülle durchsetzen. Die Wand dieser Röhrchen würde durch eine dichtere Masse gebildet sein als die übrigen Theile der Hülle, und sie bildete das Gerüste für den Weiterbau der letzteren.

In grösseren Eiern war die radiär gestreifte Hülle verschwunden und wieder nur eine einfache, feine Haut um das Keimbläschen (Fig. 8) zu sehen.

Besonders im Natternei werden die Keimflecke ungemein gross, — sie wachsen mit dem Ei bis zu einem gewissen Grade: in einem Follikel von 0,7 Mm. Durchmesser maassen die grössten nicht weniger als 0,016 Mm., in solchen von 0,23 Mm. dagegen nur 0,002 Mm.

Es finden sich nun auch in der Färbung durch Osmiumsäure

alle Uebergänge von den grössten Keimflecken an bis hinab zu den feinsten Körnchen, welche im Keimbläschen liegen, indem Membran und Inhalt an jenen durch das Reagens einen braunen Ton annehmen, während diese farblos bleiben.

So scheinen die complicirt gebauten Keimflecke aus einfachen Körnchen heranzuwachsen.

Nicht principiell verschieden von solchem Vorgang wäre derjenige, welchen Pflüger[1]) im Keimbläschen von Katzeneiern beobachtet hat, wo der Keimfleck plötzlich als Niederschlag entstehen soll. Nach L. Agassiz[2]) dagegen würden sich »die zahlreichen Keimflecke« im Keimbläschen der Schildkröte durch Verdichtung aus der äussersten Schicht desselben bilden. Mit dieser Angabe stimmen meine Erfahrungen nicht ganz überein; ebenso war das Keimbläschen in den von mir untersuchten Schildkröteneiern nicht zeitlebens wandständig, wie Agassiz bei diesen Thieren als allgemeines Verhalten annimmt; wohl aber traf ich dasselbe immer peripherisch gelegen in den Eiern der grünen Eidechse.

Gegenbaur[3]) erwähnt bei der Eidechse 4—8 Keimflecke, zwischen denen meist noch körnige Masse gelagert sei, „in älteren Eiern waren bei sehr starken Vergrösserungen kleine, stets der Wandung angelagerte Körperchen und ausser diesen feinen Elementen noch im Innern einige Bläschen sichtbar, die mit den wandständigen in gar keiner Beziehung zu stehen scheinen." Er möchte daher die feinen wandständigen für die eigentlichen Keimflecke, das übrige für inconstante Inhaltsumwandlungen ansehen.

Bei der Natter hat Gegenbaur die Keimflecke vermisst.

Was die radiärgestreifte Hülle angeht, von welcher das Keimbläschen des Natterneies während bestimmter Zeit eingeschlossen ist, so erinnere ich an eine Angabe von Kölliker[4]), welcher bei jüngeren Eiern von Gadus lota um das Keimbläschen eine messbar dicke Wand und an derselben eine Streifung fand, welche er auf Poren zu beziehen geneigt ist.

---

1) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1863, S. 109.

2) L. Agassiz: Embryology of the Turtle, in: Contributions to the natural history of the United States of Amerika. Boston 1857.

3) l. c.

4) Kölliker, Würzburger Verhandl. VIII. Bd. Unters. zur vergl. Gewebelehre etc.

Der Dotter.

In Beziehung auf die Entwicklung des Dotters der Reptilieneier schliesse ich mich den Angaben von Gegenbaur völlig an, mit dem Rückhalt, dass nach meinen Untersuchungen neben der von Gegenbaur beschriebenen Umwandlung der ursprünglich feinkörnigen Masse des Eiinhalts in Bläschen überall noch eine zweite Art der Dotterbildung vorkommt, deren Produkte sich mit denjenigen der ersten mischen. Die eine sowohl wie die andere fusst auf directer Umbildung des ursprünglichen Eiinhalts, die zweite aber hat ihren Herd ausschliesslich in den centralen Theilen des Eies und zerstreut ihre Producte von da aus durch den ganzen Bereich desselben und, wie wir sehen werden, noch darüber hinaus.

Aber ich traf auch mit der Bildung der Dotterelemente nach der von Gegenbaur beschriebenen Art hauptsächlich im Natternei während einer gewissen Zeit so eigenthümliche Verhältnisse in Verbindung, dass ich auf diese Art der Dotterbildung zuvörderst noch des Genaueren eingehen muss.

Wie Gegenbaur beschrieben hat, verändert sich das ursprüngliche Protoplasma des Eies bald in der Art, dass darin einzelne stärker glänzende Körnchen auftreten, welche sich später in Bläschen umwandeln, die grösser und grösser werden. Diese Umwandlung des Eiinhalts beginnt in dessen Centrum und schreitet von da aus peripherisch weiter.

Dass nun die Dotterelemente auf Kosten des Eiprotoplasmas wachsen, indem sie dasselbe gleichsam auffressen, das zeigen besonders deutlich erhärtete Präparate. An solchen sieht man frühe um die Bläschen, ja schon um die grösseren, stärker glänzenden Körnchen herum, welche zu diesen sich entwickeln, häufig einen hellen Ring, den Ausdruck einer Lücke, in welcher dieselben liegen (Fig. 2 A u. B).

Diese Lücken nehmen zu an Grösse mit dem Wachsthum der Bläschen. Wenn diese einen gewissen Durchmesser erlangt haben, zeigen sie an den in Rede stehenden Präparaten oft Aehnlichkeit mit lymphoiden Zellen.

In Follikeln der Ringelnatter, welche 2½ bis 3 Mm.[1]) im grössten Dickendurchmesser halten, sind schon ziemlich ausgebildete Dotterelemente vorhanden: sie liegen einzeln oder zu mehreren

1) Die Follikel der Ringelnatter nehmen sehr frühe eine eiförmige Gestalt an; die im folgenden gegebenen Maasse beziehen sich immer auf den grössten Dickendurchmesser der Follikel.

in den Maschen eines ungemein deutlichen Fadennetzes, dessen Elemente in den kleineren der in Frage kommenden Eier ein körniges Aussehen zeigen, während sie in den grösseren körnchenfreie Fäden darstellen. Man kann an Schnitten, welche man von erhärteten Eiern erhalten hat, die fertigen Dotterelemente aus dem Maschennetz auspinseln; dieses letztere bleibt dann allein zurück, und an seinen Fäden hängen da und dort noch die vorhin erwähnten lymphkörperchenartigen Bildungen und Uebergänge von diesen sowohl zu ausgebildeten Dotterelementen als rückwärts zu den feinen Körnchen des Eiprotoplasmas (Fig. 10, 11 und 16, M.). Die Fäden des Netzes trifft man um so dicker, das Netz um so engmaschiger, je kleinere Eier man untersucht, bis man schliesslich wieder zu den Formen der Fig. 2, A. u. B. gelangt. Das Maschennetz, welches, nachdem es theilweise ausgepinselt ist, die grösste Aehnlichkeit z. B. mit dem Neurogliagewebe hat, ist also offenbar der Ueberrest des ursprünglichen Eiprotoplasmas, welcher durch den sich bildenden Dotter aufgezehrt worden ist. Im ausgebildeten Ei ist auch dieser Ueberrest demselben Schicksal verfallen, denn in aus dem Eileiter genommenen Eiern findet man nichts mehr von ihm.

Das Maschennetz ist natürlich im Mittelpunkt des Eies zuerst ausgebildet und schreitet von da nach der Peripherie hin fort. Was Gegenbaur helle Randschicht, His Zonoidschicht nennt, ist schon in ganz kleinen Eiern vorhanden und ist dann nichts als derjenige peripherische Theil des Eiinhalts, welchen die Umwandlung in Dotter noch nicht ergriffen, das Maschennetz noch nicht erreicht hat, — ich will ihn im Folgenden Rindenschicht nennen (Fig. 1, R). Diese Rindenschicht nimmt mit dem Wachsthum des Eies an Breite nicht zu, sondern vielmehr successive ab; sie ist also bis dahin nichts Specifisches. Aber die Abnahme ihrer Breite hat eine gewisse Grenze. Die Umwandlung des ursprünglichen Eiinhalts nach der beschriebenen Art (unter Bildung des Maschennetzes) schreitet nach der Peripherie hin nur soweit vor, bis die Rindenschicht auf etwa 0,02 Mm. Breite verschmälert ist. Das ist in Follikeln von etwa 3 Mm. Durchmesser der Fall. Die Maschen des Netzes hören jetzt plötzlich und mit scharfer Linie gegen die Rindenschicht hin auf, und diese bildet eine Schale um die inneren Theile des Eies, welche noch längere Zeit aus dem ursprünglichen feinkörnigen Eiprotoplasma besteht (Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, R). Gegen die Dotterhaut hin ist und bleibt sie scharf abgegrenzt und nur einzelne

Bläschen oder lymphkörperchenartige Elemente liegen zerstreut in ihrem Inneren, an das Maschennetz grenzenden Theile (Fig. 14). Erst später wird auch ihr Protoplasma in Dotter umgewandelt; aber so viel ich bis jetzt sah, nicht unter deutlicher Bildung eines Maschennetzes. Ferner wird die ganze Rindenschicht in allen ihren Theilen ziemlich gleichzeitig von der Umwandlung in Dotter ergriffen, so dass mit einem Male durch ihre ganze Breite hindurch an Grösse nicht allzu verschiedene Dotterelemente auftreten (Fig. 16, R).

Da die Umwandlung des Eiprotoplasmas in Dotter, wie bemerkt, im Centrum beginnt und von da nach der Peripherie zu fortschreitet, so ist die innere Grenze der Rindenschicht so lange eine völlig unbestimmte, bis sie auf die bezeichnete constante Breite zurückgeführt ist.

In Follikeln der Ringelnatter von etwa $^3/_4$ Mm. oder von noch geringerem Durchmesser traf ich innerhalb des Dotters die ersten Spuren der Entwicklung einer höchst merkwürdigen Bildung, zu deren Betrachtung ich nun übergehe.

Die äussersten Ausläufer des Maschennetzes mögen in Follikeln von der genannten Grösse bis etwa 0,1 Mm. nach einwärts von der Zona sich erstrecken. An ihrer äusseren Grenze, also innerhalb der Rindenschicht, beginnt ein Kreis von unregelmässigen, im Mittel etwa 0,03 Mm. langen, zum Eiganzen radiär gestellten Streifen eines eigenthümlichen Gewebes aufzutreten.

Färbt man einen nach Erhärten in Alkohol gewonnenen Schnitt aus einem grösseren Follikel, z. B. von 3 Mm. Durchmesser in Karmin, so fällt ein schöner rother Ring von 0,03 Mm. Breite sofort in die Augen, welcher ungefähr 0,07 Mm. nach einwärts von der Zona mit dieser parallel verlaufend im Eiinhalt liegt (Fig. 8 und 9 JR). Dieser Ring, den ich innere Rinde oder innere Rindenschicht nennen will, erscheint mit schwächerer Vergrösserung betrachtet durchaus regelmässig und scharf gerandet. Bei stärkerer Vergrösserung stellt er sich als radiär gestreift dar, die Streifen oft zu mannigfach geformten, eckigen Figuren angeordnet (Fig. 14, JR), nach aussen und nach innen unregelmässig begrenzt, indem nach beiden Seiten hin, besonders aber nach aussen, Zacken und Fortsätze von ihm ausgehen. Er ist aus einer Verschmelzung jener radiär gestellten, unregelmässig geformten Gewebstheilchen entstanden, welche in dem jüngeren Ei vorkommen. Das ganze Aussehen des Ringes könnte zu der Annahme führen, dass man es in ihm

mit einer bindegewebigen Substanz zu thun habe. Er muss offenbar auf eine einfache Umbildung des Eiprotoplasmas zurückgeführt werden.

Indem der Ring dichter und dichter wird, bildet er eine Art Schale, Rinde, um den centralen Theil des Eiinhalts. Aber diese innere Rinde ist ebensowenig von Bestand wie das Maschennetz. Es treten nach und nach mehr und mehr jener lymphkörperchenähnlichen und kernartige, in runden Lücken liegende Gebilde in ihm auf (Fig. 14), — er wird allmälig aufgezehrt und ist schon in den grösseren Eierstockseiern verschwunden.

Nicht vergessen darf ich zu bemerken, dass die innere Rinde zuweilen nicht als ein Kreis, sondern in Form mehrerer, hintereinandergelegener Kreise, beziehungsweise ineinandergeschachtelter Schalen auftritt, welche dann aber von mehr lockerer Beschaffenheit sind.

Die bisher geschilderten Verhältnisse würden keinerlei Anhaltspunkte für die Auffassung geben, dass ein Theil des Wachsthums des Eies der Ringelnatter (wenn wir für jetzt von dessen frühesten Stadien absehen, welche nicht berücksichtigt worden sind) auf fremden Zusatz von aussen, auf Abscheidungen von Seiten der Granulosa zu setzen sei. Sie scheinen sich vielmehr nur mit der Annahme vereinen zu lassen, dass dieses Wachsthum ganz aus dem Ei selbst heraus erfolgt. In diesem Sinne spricht insbesondere auch das Verhalten der inneren Rinde zu der peripherisch von ihr gelegenen Region des Eies.

Der Raum zwischen der inneren Rinde und der Dotterhaut nimmt nämlich während der nach dem Auftreten jener erst in ungeheurem Maassstabe erfolgenden Massenzunahme des Organismus nicht nur nicht an Breite zu, sondern eher ab. Es fällt, wie schon bemerkt, die innere Rinde eine Zeit lang zusammen mit der äusseren Grenze der Umbildung des Eiprotoplasmas in Dotter und mit der inneren Grenze der Rindenschicht. Bald aber wird sie von den Vorläufern jener überschritten (Fig. 8 x), — kleinste Dotterelemente treten jenseits von ihr auf (Fig. 12 x), die Lücken, das Maschennetz, entstehen auch dort, — mehr und mehr wird der Rindenschicht Boden abgewonnen durch den Dotter und schliesslich ist über die Hälfte des Raumes zwischen innerer Rinde nnd Dotterhaut in Maschennetz und Dotterelemente umgewandelt (Fig. 9 x). Jetzt tritt der schon erwähnte Stillstand in der Verschmälerung der Rindenschicht ein; diese grenzt sich aber als feinkörnige Zone nach innen ab, oft einfach

durch die äussersten Maschen des Netzes, zuweilen aber durch eine helle, messbar breite Linie, welche offenbar hervorgerufen ist durch eine grössere Lockerheit des Gewebes an der betreffenden Stelle.

Aber noch mehr als diese Thatsachen gegen die Annahme eines Wachsthums des Eies durch Materialanlagerung von aussen reden, spricht dafür, dass der Herd für dieses Wachsen im Ei selbst und zwar in dessen Mittelpunkt liegt, die zweite Art der Dotterbildung, welche Eingangs dieses Abschnittes erwähnt worden ist.

Zur Grundlage meiner Schilderung nehme ich hier das Verhalten bei der grünen Eidechse.

Im centralen Theile kleiner Eier dieses Thieres (Follikel 0,4 Mm.) traf ich einen 0,02 Mm. grossen, kugeligen Körper, welcher sich durch Osmiumsäure etwas dunkler färbte, als der ihn umgebende noch ganz homogene Eiinhalt (Fig. 21 N) und welcher weiter keine Besonderheiten zeigte, als die, dass in seinem Umkreis einige sehr kleine, zarte, helle Bläschen gelegen waren. Das Keimbläschen mass schon 0,08 Mm. und lag peripherisch, — wie schon bemerkt, in den Eiern der grünen Eidechse der ständige Fall.

Jener kugelige Körper aber ist offenbar nichts Anderes, als eine frühe Stufe der Entwicklung des bei anderen Thieren schon vielfach erwähnten und manchfach besprochenen Dotterkerns.

Während jetzt der Eiinhalt im Uebrigen noch keine Besonderheiten zeigt, erleidet er später, abgesehen von seiner Umwandlung nach der von Gegenbaur beschriebenen Art, eine ganz eigenthümliche Differenzirung. In seinem Centrum entsteht eine helle, homogen aussehende Masse und diese geht nach aussen plötzlich über in eine ebenfalls homogene, durch Osmiumsäure aber sich etwas dunkler färbende Schicht, welche sie nach Art einer dicken Schale umgibt (Fig. 22).

Nach aussen von dieser Schale beginnt, anfangs gleichfalls mit ziemlich scharfer Begrenzung, die jetzt schon zahlreiche bläschenartige Elemente enthaltende ursprüngliche Dottermasse, welche offenbar durch die im Mittelpunkt des Eies entstandene homogene Substanz nach aussen gedrängt worden ist.

Der zuerst erwähnte Kern ist jetzt bedeutend gewachsen; er liegt, oft neben einem zweiten kleineren, in der hellen Centralmasse, und beide sind von einem aus feinen Fettkörnchen bestehenden Mantel umgeben. (Fig. 22, 23, 24.) Solche Fettkörnchen findet man,

wenn auch sehr zerstreut und fein, jetzt im ganzen Eiinhalt, bis zur Rindenschicht.

Es wächst zugleich aber auch die helle Centralmasse bedeutend. Die dunkle Schale derselben wird mehr nach aussen gedrängt und zugleich verwischen sich ihre äusseren Grenzen allmälig. Aber auch ihre Grenzen gegen die centrale Dottermasse werden weniger scharf, während diese höchst eigenthümliche Veränderungen eingeht: sie beginnt nämlich, und zwar zuerst in ihren peripherischen Theilen sich zu zerklüften, in einzelne unregelmässige und ungleich grosse Stücke sich zu zerbröckeln. Diese Stücke verbreiten sich nach und nach von ihrer ursprünglichen Lagerstätte aus über den ganzen Eiinhalt und mischen sich, indem sie mehr und mehr zerkrümeln, mit dem übrigen Dotter. Aber merkwürdigerweise treten sie selbst über den Bereich des Eies hinaus: man trifft sie zuletzt auch zwischen den Zellen der Granulosa und sogar jenseits der letzteren (Fig. 24 DK).

Diese Dottertheile zeichnen sich überall, bei der Natter, bei der Eidechse und bei den Schildkröten, durch ihren hellen, weisslichgelben Glanz und durch ihre unregelmässige schorfartige Form aus. Man möchte sie desshalb zuweilen vergleichen mit den Stückchen einer zerschlagenen Eisscholle und ich will für sie im Folgenden die Bezeichnung Dotterschorfe oder Dotterkrumen gebrauchen.

Im Ei der Ringelnatter traf ich den Dotterkern oft von bedeutender Grösse, ebenfalls im Centrum liegend und aus einer feinkörnigen Masse bestehend (Fig. 9, N.). Im Kern lagen einzelne Dotterschorfe; um ihn herum lagen sie dichtgedrängt und von da aus hatten sie sich durch den Inhalt des ganzen Eies und darüber hinaus verbreitet, denn man fand sie in der inneren Rinde, in der Rindenschicht, in der Zona pellucida, in der Granulosa und jenseits derselben (Fig. 8, 9, 14, 15).

In Fig. 9 sind die Schorfe innerhalb der Dotterhaut an einer Stelle in ganz eigenthümlicher Weise zusammengedrängt.

In den Eiern der grünen Eidechse und der Schildkröten trifft man etwas einwärts von der Dotterhaut eine bisher nicht erwähnte fetthaltige Schicht an. Bei den Schildkröten besteht dieselbe aus Fetttröpfchen und umgibt, wiederum schalenartig, den Theil des Eies, welcher innerhalb der Rindenschicht liegt (Fig. 5). Bei der grünen Eidechse ist sie aus grösseren und kleineren krümeligen,

aber fetthaltigen Bestandtheilen zusammengesetzt (Fig. 21—24). Hier liegt sie der Dotterhaut zuweilen fast innig an. Da im Granulosaepithel bei diesem Thiere ganz ähnliche fetthaltige Krümel vorkommen (besonders Fig. 21), so lag die Vermuthung nahe, dass die in Rede stehende Schicht, entgegen dem bisher Behandelten, doch von der Granulosa abgeschieden werde, vielleicht in der Weise, dass die Fettmolekel aus den Epithelzellen, in deren Körper sie liegen, vor der Entstehung der Dotterhaut oder, auf später von selbst sich ergebenden Wegen, durch letztere und durch die Zona hindurch in das Innere des Eies gelangt sein möchten. Allein einmal traf ich im Schildkrötenei das Epithel stets frei von solchen Fetttröpfchen, abgesehen davon, dass hier die Fettschicht des Dotters stets in ziemlichem Abstand von der Dotterhaut lag; zweitens und vor Allem aber fand es sich, dass die Fettlage im Schildkröten- wie im Eidechsenei schon sehr frühe vorkommt, schon in Follikeln z. B. von 0,057 Mm. Durchmesser, und zwar zu einer Zeit, in welcher im Epithel der Eidechsenfollikel fettähnliche Krümel noch gar nicht vorhanden sind.

Im Ei der Ringelnatter dagegen traten erst sehr spät (in Follikeln von etwa 1,5 Mm. Durchmesser) innerhalb der Rindenschicht vereinzelte Fetttropfen in einer schalenartigen Lage auf, von welcher aus nach innen ungemein feine Fetttröpfchen sehr zerstreut durch den Eiinhalt zu verfolgen waren (Fig. 7). Die fetthaltigen Körnchen, welche von einer gewissen Zeit an um den Dotterkern herumliegen, entsprechen im Aussehen und in Grösse einem Theil derselben Elemente, welche die Fettschale in der Peripherie des Eidechseneies herstellen. Ohne aus diesem Verhalten weitergehende Schlüsse ziehen zu wollen, glaube ich doch zu der Ansicht berechtigt zu sein, dass die fetthaltige Schicht in den Eiern der Schildkröten und der grünen Eidechse nicht für, wohl aber entschieden gegen eine Abscheidung von Dotter seitens der Granulosa spricht und zwar gegen eine solche Abscheidung auch in den nahezu frühesten Stadien des Eiwachsthums. Meine Untersuchungen betrafen nämlich für diesen Gegenstand bei der Eidechse Follikel von 0,057 bis 2,5 Mm. (Fig. 19—24) und bei der Schildkröte solche von ungefähr demselben Durchmesser, — aber auch in den kleinsten dieser Follikel war die Fettlage vorhanden, und soweit diese kleinsten Follikel durch passende Untersuchungsmethoden einen Einblick in die betreffenden Verhältnisse gestatteten, traf ich die Fettschicht

beinahe ebensoweit von der Dotterhaut entfernt, wie in den grössten, so dass sich also die Rindenschicht auch hier mit dem Wachsthum des Eies nicht verbreitert hat. In manchen grösseren Eiern der Eidechse reichte die Fettlage aber, wie gesagt, sogar weiter an die Dotterhaut heran wie in kleineren, lag sie derselben manchmal fast unmittelbar an.

Die Rindenschicht ist im Ei der grünen Eidechse, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, sehr schmal. Zu einem genauen Studium derselben eignet sich viel besser das Ringelnatterei.

Hier ist die Rindenschicht, so lange sie noch feinkörnig ist und nachdem der Follikel eine gewisse Grösse erreicht hat, sehr schön radiär gestreift und zwar in zweierlei Weise: einmal ziehen gröbere, oft messbar dicke Fäden, ungleich grosse Zwischenräume zwischen sich lassend, von der Dotterhaut an durch sie hindurch und gehen direkt in die nach aussen schauenden Zacken der inneren Rinde über, von welchen früher die Rede war (Fig. 12, 14 As, und Fig. 8). Andererseits aber lassen sie sich zuweilen durch Dotterhaut und Zona hindurch verfolgen und es lässt sich erkennen, dass sie Fortsätze der Epithelzellen der Granulosa sind (Fig. 14).

Zweitens sieht man häufig auch die Zwischenräume, welche diese Ausläufer zwischen sich lassen, ungemein fein und fast regelmässig radiär gestreift (Fig. 12). Die Streifung ist hier durch äusserst zarte dicht aneinanderliegende Linien hervorgebracht, die sich nach innen in dem innerhalb der Rindenschicht liegenden Dotter verlieren, in welchen man sie hie und da ziemlich weit hinein verfolgen kann. Diese Linien scheinen oft aus sehr kleinen aneinandergereihten Körnchen zu bestehen. Es ist wahrscheinlich dass auch sie auf Ausläufer der Epithelzellen zurückgeführt werden, müssen.

Lange bevor ich die Streifung der Rindenschicht gesehen hatte, war es mir nämlich gelungen, Granulosazellen mit ungemein langen und feinen Fortsätzen zu isoliren, — oft von der vier- und sechsfachen Länge des Zellkörpers —, mit welchen zuweilen noch Stücke des Maschennetzes, das ich ebenfalls erst später im Ei fand, im Zusammenhang waren (Fig. 17); manchmal lagen sogar noch Dotterelemente in den mit den Epithelien in Verbindung stehenden Maschenstücken. Ich isolirte aber auch Zellen, deren unmessbar feine Fortsätze wie aus den feinsten aneinandergereihten Körnchen zu-

sammengesetzt schienen (Fig. 17, Z), und welche der feinen Streifung der Rindenschicht entsprechen.

Es stehen demnach die Epithelzellen der Granulosa des Natterneies, worüber übrigens später noch weiter gesprochen werden soll, durch zarte Ausläufer in direkter Verbindung mit der inneren Rinde und mit dem Maschennetz im Ei. Gleich diesen beiden verschwinden die Ausläufer später, dann nämlich, wenn die körnige Rindenschicht in Dotterelemente verwandelt wird.

Ein Maschennetz mit scharfer Abgrenzung gegen die Rindenschicht traf ich wie bei der Ringelnatter auch bei Coronella laevis und bei Gecko platydactylus.

v. Wittich beschreibt zuerst [1]) einen aus concentrischen Schichten bestehenden Körper neben dem Keimbläschen im Spinnenei und bringt ihn in mögliche Beziehung zur Dotterbildung. v. Siebold [2]) erwähnt drei Jahre später denselben Körper im Ei verschiedener Spinnenarten als einen feinkörnigen, runden Kern von fester Beschaffenheit, von dessen Peripherie sich eine Schicht nach der anderen loszulösen und dem Eiweiss beizumengen schien. J. Victor Carus [3]) spricht demselben Gebilde, welchem er den Namen Dotterkern gibt, in den Eiern verschiedener Spinnenarten, sowie im Froschei die Erzeugung des Bildungsdotters mit Bestimmtheit zu. Bei anderen Spinnen soll das Keimbläschen dieselbe Rolle übernehmen, um dasselbe herum feinkörniger Bildungsdotter entstehen. Anschliessend hieran muss ich Folgendes bemerken: bei der Ringelnatter traf ich zu gewisser Zeit das Keimbläschen erfüllt mit einer körnigen Masse, deren grössere Theilchen dotterähnlich waren und Uebergänge zeigten zu grossen, glänzenden runden Körpern, ganz vom Aussehen der Dotterschorfe (Fig. 8), welche zu mehreren in jener Masse lagen. Ferner lagen solche in der Nähe des Keimbläschens, als ob sie aus demselben ausgetreten wären. Da dieses von einer deutlichen Membran umgeben war, so ist an eine Verwechslung etwa mit dem Dotterkern nicht zu denken, wenngleich das Keimbläschen im Ringelnatterei lange Zeit central liegt wie jener.

Gegenbaur traf im Ei des Wendehalses constant „einen

---

1) v. Wittich, Observationes quaedam de aranearum ex ovo evolutione. Diss. Halis Sax. 1845.

2) v. Siebold, Lehrb. d. vgl. Anat. d. wirbellosen Thiere, 1848, S. 543.

3) Victor Carus, „Ueber d. Entwicklung d. Spinneneies,“ Zeitschr. f. w. Zool. Bd. II. 1850.

Klumpen grösserer Körnchen, um welchen feinkörnige Dottersubstanz lagerte, in der, wenn auch zerstreut, von jenen Körnchen wiederum vorhanden waren. Bei näherer Betrachtung ergab sich, dass die groben Körnchen, aus welchen der Klumpen zu bestehen schien, nur eine Rinde darstellten, welche um einen fast homogenen Körper gelegt war." Gegenbaur stellt dieses Gebilde zu den Dotterkernen und meint, es werden seine peripherischen Schichten (die Körnchen) sich allmälig von ihm loslösen und den Dotter bilden helfen, wie das Carus für den Frosch beschrieben hat. Endlich hat Fr. Cramer[1]) einen Körper im Hühnerei gefunden, welchen er ebenfalls für einen Dotterkern hält und von dem er glaubt, dass er sich auch hier an der Dotterbildung betheilige.

Ich vermeide es absichtlich, hier naheliegende Schlüsse aus den über das Reptilienei mitgetheilten Thatsachen zu ziehen oder gar an der Hand der Literatur auf Grund derselben z. B. gegen die von His[2]) über die Entwicklung des Hühnereies aufgestellten Lehren mich zu äussern. Man nahm bisher an, dass die Entwicklungsverhältnisse des Reptilieneies denjenigen des Vogeleies völlig analog seien. Es ist nun allerdings als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass umgekehrt die Verhältnisse beim Vogelei dieselben sein werden wie bei den Reptilien und dass die Einzelheiten hier vielleicht nur schärfer hervortreten wie dort. Aber bevor ich selbst genauere Untersuchungen am Vogelei gemacht haben werde, will ich allgemeiner Urtheile mich enthalten.

Um indess vollgültige Schlüsse aus dem im Vorhergehenden und im Folgenden Dargelegten ziehen zu können, scheint es mir nöthig, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Eies an Repräsentanten mehrerer Thierclassen zu machen, eine Aufgabe, welcher ich mich mit Vorliebe zu unterziehen begonnen habe. Schon desshalb aber beschränke ich mich in der angedeuteten Weise, weil mir eine sehr wichtige, gerade auf diesem Princip fussende Arbeit über den Gegenstand, das Buch von Ed. van Beneden[3]),

---

1) Fr. Cramer. „Beitrag zur Kenntniss d. Bedeutung u. Entwicklung des Vogeleies." Würzb. Verhandlungen, 1869.

2) W. His. Untersuchungen über die ersten Anlagen des Wirbelthierleibes, Leipzig 1868.

3) Ed. van Beneden, Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf, (Mem. couronné par l'acad. royale de Belgique) Brüssel, Hayez, 1870.

welches über die Eier der Säugethiere, der Vögel, der Crustaceen und der Würmer handelt, und dessen Resultate offenbar in wesentlichen Dingen manchfach mit den von mir am Reptilienei erlangten übereinstimmen, zu spät zugänglich wurde, als dass ich dasselbe noch hätte genügend benützen können.

Die ersten Eihüllen.

Die eigentliche Dotterhaut ist ein zartes Häutchen, welches aus dem peripherischen Theile des Protoplasmas der Rindenschicht entsteht. Auf die äussere Fläche dieses Häutchens lagert sich, gleichfalls durch Abscheidung von Seiten der Rindenschicht, Material ab, welches die Zona pellucida bildet. Jenseits der Zona liegt wiederum eine zarte Haut, welche schon vor dem Entstehen jener vorhanden ist und welche dem Follikelepithel ihren Ursprung verdankt. Zuerst, und zwar gleichzeitig, wird also das Ei von zwei feinen Membranen umhüllt, zwischen welchen sich die Zona ablagert.

Es erschien nothwendig, eine Zusammenfassung des Theils der im Folgenden näher zu erörternden Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche in diesem Abschnitt übrigens fast ausschliesslich vom Ei der Ringelnatter handeln, hier vorauszuschicken, um einen sicheren Boden für die Schilderung der Thatsachen, über welche nun berichtet werden soll, zu gewinnen.

Das Auftreten der eigentlichen Dotterhaut fällt bei der Ringelnatter nicht zusammen mit einer bestimmten Grösse des Eies: zuweilen traf ich ihre ersten Spuren in Follikeln, welche noch nicht $1/2$ Mm. im Durchmesser hielten, andere Male erst in solchen von fast dem dreifachen Umfang.

Diese ersten Spuren der Dotterhaut zeigten sich in folgender Weise: das Epithel war in den betreffenden Follikeln, wie immer, gegen den Dotter hin scharf abgesetzt, von der Rindenschichte des letzteren noch dazu getrennt durch eine sehr schmale helle Linie, den Ausdruck eines leeren Raumes. Nach innen von diesem Raume waren die äussersten Körnchen der Rindenschicht im Begriff, sich zu einer zarten Haut zu verbinden: an einzelnen Stellen lagen diese Körnchen erst dicht nebeneinander, an anderen hatten sie schon ein Stückchen der Haut gebildet (Fig. 12, Zi). Andererseits zeigte die Basis jeder Granulosazelle da wo sie die äussere Abgrenzung des genannten leeren Raumes bilden half, eine dünne Lage, heller

wie der übrige Theil der Zelle, wie wenn sich dort eine zarte Schicht abscheiden würde (Fig. 12, Za). Wahrscheinlich wird auf diese Weise das obere der zwei Häutchen gebildet, aus welchen die Hülle der Eier in einer wenig späteren Zeit besteht (Fig. 13, 15, Z). Bald ist nämlich die Membran, welche aus dem äussersten Theile des Protoplasma der Rindenschicht vorhin zu entstehen im Begriffe war, fertig, eine zweite liegt dem Epithel dicht an, beide aber sind getrennt durch den leeren Raum, der auch in Zukunft nicht schwindet, sondern auch später die Zona, welche auf der eigentlichen Dotterhaut entsteht, von dem oberen Häutchen trennt. Dieses nun erleidet gleichfalls keine Veränderungen, ja es behält den Dickendurchmesser, welchen es von Anfang an hat, zeitlebens bei. Dieser Durchmesser ist um ein Kleines grösser als derjenige der eigentlichen Dotterhaut, aber beide Häutchen sind so fein und sind anfangs nur durch einen so schmalen Zwischenraum getrennt, dass man sie dann nur durch starke Vergrösserungen in zwei Lagen auflösen kann, wie man denn auch bisher nur von einer einzigen gesprochen hat.

In späterer Zeit aber sind die beiden Häutchen mehr auseinander gewichen und auf der äusseren Fläche des unteren sieht man eine dünne Schicht feinkörnigen Protoplasmas, ähnlich demjenigen der Rindenschicht des Dotters aufgelagert. Diese Auflagerung wird breiter und die Körnchen, aus welchen sie besteht, ordnen sich deutlich zu senkrecht auf der Dotterhaut aufstehenden Stäbchen an. Diese Stäbchen wachsen in die Länge, während zugleich die zwei ursprünglich vorhandenen Membranen noch mehr auseinandergewichen sind, denn die obere derselben ist und bleibt, wie gesagt, durch den leeren Zwischenraum von der Zona pellucida getrennt (Fig. 14). Schon sehr frühe bekommt die obere Grenzlinie der Stäbchenschichte eine wellige Form, indem ihre Elemente sehr bald innerhalb bestimmter Anordnung zu ungleicher Länge heranwachsen, so dass jene obere Grenze regelmässig aufeinanderfolgende Berge und Thäler bildet.

Die Stäbchen können nicht anders entstanden sein als dadurch, dass Protoplasma aus der Rindenschicht durch die eigentliche Dotterhaut durchgetreten ist und sich auf derselben abgelagert hat.

Bei den Schildkröten und bei der grünen Eidechse vermochte ich gleichfalls von vorn herein zwei zarte Schichten an der ersten

Eihülle zu unterscheiden, aber die Art der Entwicklung der Zona pellucida ist an den Eiern der Ringelnatter am deutlichsten, weil hier zwischen deren Stäbchen und dem oberen der beiden Häutchen von vornherein ein Zwischenraum vorhanden ist, so dass jene unmöglich von den Zellen der Granulosa abgeschieden worden sein können. Auch bei den Eidechsen und bei den Schildkröten ist die Zona gestreift und lässt sich in Stäbchen zerlegen, wie schon aus den Arbeiten von Waldeyer[1]) und L. Agassiz hervorgeht.

Ich werde auf den Bau und die Entwicklung der hier kurz beschriebenen Eihülle und auf die Bedeutung ihrer einzelnen Theile in der Fortsetzung meiner Arbeit noch ausführlich zurückzukommen haben. Für heute füge ich nur noch bei, dass ich schon an ziemlich kleinen Follikeln (3 Mm. Durchmesser und noch weniger) der Schildkröten (mit Agassiz) und der Ringelnatter an der inneren Fläche der Dotterhaut das aus einer einfachen Lage sechsseitiger, platter Zellen bestehende Epithel getroffen habe, welches Gegenbaur vermisst, das von zahlreichen anderen Forschern aber am Vogelei beschrieben worden ist.

Das Follikelepithel.

In Follikeln von 0,55 Mm. Durchmesser war das Epithel bei der Natter, welche ich auch hier zur Grundlage meiner Darstellung nehme, schon mehrschichtig. Seine Zellen scheinen von jetzt ab mit dem Wachsthume des Eies an Zahl nicht mehr zuzunehmen. Die Granulosa wird zwar breiter, aber diese Breitenzunahme kommt auf Rechnung einer Vergrösserung der Epithelzellen, welche besonders auffallend ist an denjenigen der mittleren Lage, welche schon in Follikeln von dem genannten Durchmesser durch ihre Grösse und durch den Umfang ihrer Kerne vor den übrigen sich auszeichnen (Fig. 13). Wenn man die späteren Veränderungen berücksichtigt, welche diese Zellen erleiden, so muss man drei Gruppen von Epithelien an der Granulosa unterscheiden: zu äusserst liegen 1), mehrfach über und zwischeneinander, ganz kleine Gebilde, scheinbar Kerne, von welchen aber jeder in ein Minimum von Protoplasma gewöhnlich eingehüllt ist (Fig. 12, 13, 14). Diese Gebilde bleiben in der Grösse und in der Anordnung, welche sie jetzt zeigen, bestehen bis die Granulosa überhaupt zu schwinden anfängt. 2) Die Zellen der mittleren Schichten, welche jetzt schon grösser sind, als

1) W. Waldeyer, Eierstock und Ei, Leipzig 1870.

alle übrigen, haben noch ganz die Gestalt der 3) unter ihnen liegenden: beide sind verschieden geformte Zellen, die vielfach scharfe Ecken zeigen und an unbestimmten Stellen in sehr feine Ausläufer ausgezogen sind, mit welchen sie da und dort deutlich untereinander in Verbindung stehen. Diejenigen der unteren Lagen sind zugleich von sehr verschiedener Grösse.

In Follikeln von etwa 1 Mm. Durchmesser haben sich die mittleren Zellen schon auffallend verändert: sie haben sich langgestreckt, haben Kegelgestalt, mit nach auswärts gerichteter Basis angenommen. (Fig. 14). Der Kegel wird aber häufig dadurch zur mehrseitigen Pyramide, dass seine Wände vielfach abgeplattet sind, so dass oft sehr scharfe Kanten entstehen, welche an verschiedenen Stellen ihres Verlaufs sich in feine abstehende Spitzen ausziehen können (Fig. 17). Nach unten sind sie in eben so feine Ausläufer ausgezogen, welche sich zwischen den Zellen der unteren Lagen hindurch bis auf die Zona hinab verfolgen lassen, an welcher oft nach dem Abpinseln des Epithels Stücke von ihnen hängen bleiben.

Durch diese Gestaltveränderung der Zellen sind die ihrer Basis aufliegenden kleinen Gebilde nach aussen gedrängt worden und es musste so die Granulosa breiter werden: ihre Breite beträgt an Follikeln von 1,75 bis 2 Mm. Durchmesser 0,08 Mm. Von jetzt an nimmt sie wieder ab: an Follikeln von 3 Mm. Durchmesser ist sie wieder ebenso breit wie an solchen von 0,55 Mm. nämlich 0,023 Mm. An Follikeln von etwa dem doppelten Durchmesser ist sie auf eine einzige Lage von plattgedrückten Zellen zusammengeschrumpft.

Allein alle diese Grössen variiren sehr.

Die kegelförmig gewordenen Zellen der mittleren Gegend der Granulosa erleiden mit dem weiteren Wachsthum des Eies noch andere, höchst auffallende Veränderungen: ihr Kern wird ungemein gross, zeigt dann entweder die Form einer Kugel oder die eines Ovals, dessen längste Axe von oben nach unten geht. Die grössten der Kerne haben einen längsten Durchmesser von 0,014 Mm. Ebenso sind die Kernkörperchen sehr gross (0,005 Mm.) und zeichnen sich durch ihren fettähnlichen Glanz aus.

An Stelle dieser Zellen findet man nun nach einiger Zeit ganz eigenthümliche meist körnige Gebilde von der Gestalt von Trompeten, mit nach auswärts gerichteten Schallstücken. Das äussere Ende dieser Gebilde ist folgendermassen gestaltet: In der Seitenansicht sieht man dort einen Körper von der Gestalt eines Viertelmondes

mit nach dem Zellenkörper zu gerichteter Concavität eng anschliessend aufsitzen. Der obere Rand dieses Körpers hat meist ein unregelmässig zackiges Aussehen und seine Seitenwand scheint gestreift zu sein. Im Grunde der Concavität ist häufig ein glänzendes rundes Körperchen zu sehen (Fig. 12, 15, 17).

Wie sind diese sonderbaren Bildungen entstanden?

Man findet zwischen ihnen je früher desto mehr Zellen von der ursprünglichen, zuerst beschriebenen Kegelform, deren Kern, welcher von einer deutlichen Membran umgeben ist, zwei Kernkörperchen enthält, dann solche, in welchen zwei Kerne sich finden (Fig. 15, 17). Die Kerne liegen entweder noch nahe bei einander oder aber der eine hat sich dem oberen Ende der Zelle genähert. Dieser letztere Kern ist dann sehr häufig an der nach aussen liegenden Kugelfläche durch Reissen seiner Membran geplatzt und hat seinen reichlichen feinkörnigen Inhalt nach oben ausgeschüttet, so dass derselbe über die Basis der Zelle nach allen Seiten überquillt, ihr ein ganz unregelmässiges, wie zerfetztes Ansehen verleiht (Fig. 17). Diese Basis muss also von vorn herein offen gewesen sein, oder aber sie war nur durch eine so dünne Haut geschlossen, dass dieselbe dem Anprall des austretenden Kerninhalts keinen Widerstand zu leisten vermochte. Die Membran des Kerns wird durch das Aufspringen entweder in ihrer oberen Hälfte gänzlich zerfetzt oder diese obere Hälfte fällt in die untere, der Zellenbasis noch aufliegende, hinein. So bleibt sie bestehen und durch sie hat die Zellenbasis eine Art Deckel erhalten, der die Zelle bedeckt wie eine Kaffeschale gewisser einfachster Form ein Kelchglas, in dessen Mündung man dieselbe gesetzt hat. In der Seitenansicht gibt dieser Deckel das Bild eines Viertelmondes, dessen erwähnte Querstreifung nichts anderes ist, als der Ausdruck einer Faltung der Kernmembran und dessen zackiger oberer Rand ebendaher rührt oder daher, dass die obere Hälfte der Kernmembran zerfetzt worden ist. Das helle runde Körperchen im Grunde der Concavität des Viertelmondes ist nichts Anderes als das ausgetretene Kernkörperchen. Dasselbe wird in den meisten Fällen vollständig ausgeworfen und wird dann zwischen den kleinen Zellen der obersten Epithellagen freiliegend getroffen. Oft aber bleibt es im Grunde der auf so sonderbare Weise entstandenen Zellbedeckung liegen, vielleicht zurückgehalten von der oberen, eingefallenen Hälfte der Kernmembran.

Wenn, wie in den grösseren Eiern, fast alle Zellen der mitt-

leren Epithellage in Trompeten umgewandelt sind und wenn sie gar keinen Kern und, wie dann immer der Fall ist, auch kein Protoplasma mehr enthalten, hat sich die ganze mittlere Epithellage in hohle Röhrchen umgewandelt, — eine ganz eigenthümliche Art von Becherzellen (Fig. 12).

Es sei mir gestattet, hier noch einige Bemerkungen über die grossen Kerne der beschriebenen Zellen anzuführen, die sich nebenbei machen liessen. In den Kernen war der Kreis von Körnchen, welchen ich zuerst in den Zellen der Haut der Maulwurfsschnautze [1]) gefunden und seitdem als eine allgemeine Eigenschaft des Zellkerns erkannt habe [2]) meist sehr deutlich. Die Häufigkeit des Vorkommens zweier Kernkörperchen in einem Kern und der Kerntheilung gab Gelegenheit zur wiederholten Beobachtung einiger der l. c. geschilderten Thatsachen. Diesen füge ich noch bei: Wenn zwei Kernkörperchen sich eben von einander getrennt hatten, so waren sie hie und da wie durch etwas protoplasmaartige Masse noch zusammengehalten, welche offenbar durch die beiden von einander sich entfernenden Gebilde als weiche Masse ausgezogen wurde, um später doch noch zwischen beiden sich zu theilen (Fig. 26, a).

Die zwei neugebildeten und noch nahe aneinanderliegenden Kernkörperchen liefen oft an einer Seite eigenthümlich spitz aus wie die zwei Teilprodukte in die man einen zähen Pechtropfen auseinandergezogen sich denkt. In der Nähe der Spitze lag dann häufig ein Ding wie eine Vakuole, lang gezogen, an der einen Seite mit der Spitze zusammenhängend (Fig. 26 b). Zuweilen traf ich aber auch im Kernkörperchen 2, 3, 5 und mehr ungemein feine Körnchen, analog den Kernpünktchen oder Körnchen der Keimflecke.

Da wo der Kern nach oben auszutreten im Begriffe und geborsten war, zog der hervorbrechende protoplasmaähnliche Kerninhalt den hellen Hof, welcher das Kernkörperchen umgibt, oft wie gewaltsam mit sich, so dass dieses statt in der Mitte des Hofes in dessen unterem Ende lag; der Hof war dann oval ausgezogen und schien sich als Hohlraum darzustellen (Fig. 17, b).

In der Granulosa der Follikel der grünen Eidechse liessen sich die grossen Kernkörperchen der in Rede stehenden Zellen oft deutlich als Bläschen erkennen, — gleich den Keimflecken.

---

1) „Die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug," dieses Arch. Bd. VII. S. 181. ff.

2) „Zur Kenntniss vom Baue des Zellkerns," dieses Arch. Bd. VIII. S. 141.

Es gestalten sich nun zwar hauptsächlich die schon sehr frühe durch ihre Grösse sich auszeichnenden Zellen der mittleren Gegend des Epithels in der beschriebenen Weise um; aber man kann auch an denjenigen der unteren zuweilen diese Veränderung beobachten, nur ist hier nicht das charakteristische Längenwachsthum vorausgegangen und es entstehen so ganz niedere Trichterchen. Man findet solche zuweilen direkt auf der Zona aufsitzen. Gleich den grossen lassen sie sich mit langen, feinen Ausläufern isoliren.

Als Isolationsmittel habe ich Jodserum benützt, aber auch Zerzupfen nach Osmiumsäurebehandlung führte zum Ziele.

Die isolirten Zellen trugen, wie bemerkt, oft Ausläufer, welche mehrfach so lang waren, als ihr Körper, und die Ausläufer verzweigten sich nach unten manchmal wie die Wurzeln eines Baumes. Dass ich zuweilen noch Maschen des Netzes aus dem Ei an ihnen traf, habe ich gleichfalls schon erwähnt (Fig. 17).

Aber man erkannte an den isolirten Zellen auch die grosse Verschiedenheit ihrer Körperform. Neben rundlichen, eckigen und kegelförmigen Zellen traf man grosse und kleine Trichter, oft mit dem Deckel versehen, der lose ihrer weiten Mündung auflag. Oder aber es sass an dessen Stelle auf der Basis der entleerten Zelle noch die ganze, ausgedehnte leere Kernhülle (Fig. 17, c). Dazwischen waren grosse und kleine kolbenartige Zellen anzutreffen, in deren Innerem statt des Kerns oft ein unregelmässig gestalteter Hohlraum zu liegen schien (Fig. 17, d), — ferner kleine Kerne, von nur ganz wenig Protoplasma umgeben, aber auch dieses mit dem feinen Ausläufer, welcher überhaupt an Repräsentanten aller der beschriebenen Zellformen, — denen noch verschiedene andere zugefügt werden könnten — getroffen wurde (Fig. 17).

Nicht alle Zellen der Granulosa sind mit ihrer Spitze nach unten gerichtet, sondern diejenigen der untersten Lage sitzen, wie schon aus dem vorigen Abschnitt hervorgeht, zum Theil mit breiter Basis der Dotterhaut auf.

Wie bei der Ringelnatter, so ist auch das Epithel an den grösseren Follikeln der grünen Eidechse mehrschichtig. (Gegenbaur fand es ebenso bei Eidechsen, desgleichen Waldeyer (Lacerta agilis). Dagegen traf ich es bei den zur Untersuchung gekommenen Schildkröten stets als eine einfache Lage kurzer Zellen.

Waldeyer führt an, dass an den Eiern von Lacerta agilis, nachdem deren Epithelschicht von der Zona abgehoben war, von

ersterer äusserst feine kurze Fortsätze nach unten abgingen, welche ihm Protoplasmafortsätze der Epithelzellen zu sein schienen, die in die Kanälchen der Zona hineinragen, und eine Beobachtung, die durch das Vorstehende erläutert wird.

Die Schale des gelegten Eies.

Mit den vorliegenden Untersuchungen beschäftigt, fand ich schon im Sommer 1869, dass die Fäden, welche die Schale des ausgebildeten Ringelnattereies zusammensetzen, in ganz eigenthümliche Körper, meist von der Gestalt plattgedrückter Kolben, endigen, und dass diese einen wesentlichen Bestandtheil der Schale bilden. Ich zeigte dieselben schon damals u. a. meinem Kollegen Herrn Dr. Hasse. Die Ergebnisse, welche ich über ihre Natur erlangt habe, waren im Sommer 1870 wesentlich zu derselben Gestalt gediehen, in der sie im Folgenden vorgeführt werden, als der Krieg die Arbeit unterbrach. Nach Schluss desselben fand ich den Aufsatz von Nathusius[1]) vor, in welchem die kolbenartigen Körper beschrieben sind.

Wenn nun auch meine Ergebnisse in wesentlichen Dingen mit denjenigen von Nathusius übereinstimmen, so finden sich doch wieder so mancherlei Differenzpunkte zwischen beiden, dass ich veranlasst bin, mich im Zusammenhang über den Gegenstand auszusprechen.

Die Schale des Ringelnattereies besteht, wie schon seit Rathke[2]) bekannt ist, aus eigenthümlichen glänzenden Fasern, zwischen deren äussere Schichten nur wenig Kalk abgelagert ist. Diese Fasern scheinen dicht untereinandergefilzt zu sein. Man kann dieselben aber schon am frischen Ei, noch besser nachdem man dasselbe in Chromsäure macerirt hat, als verschiedene — zehn und mehr — Lagen, gleich übereinandergelagerten Häuten, auseinanderziehen. Auf dem radiären Durchschnitt der Schale erkennt man dagegen eine wellige Anordnung der Fasern. Die Dicke dieser letzteren nimmt von innen nach aussen ab; ebenso ist aussen ihre Lagerung eine dichtere. Die äusserste Schicht unterscheidet sich aber von allen übrigen dadurch, dass in ihr ausser den Fasern zahlreiche,

---

1) W. v. Nathusius: Ueber d. Schale d. Ringelnattereies etc., Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXI. S. 109 ff.

2) Entwicklungsgeschichte der Natter, Königsberg 1839.

meist kolbenförmige Körper von sehr verschiedenem Durchmesser und Aussehen liegen. Zwar finden sich solche Kolben auch in den übrigen Theilen der Schale, aber in sehr spärlicher Anzahl. Ich stimme mit der Beschreibung, welche Nathusius von denselben macht, überein, — nur ihre Grösse gibt er, offenbar durch irgendwelches Versehen, viel zu hoch an, indem ihr grösster Dickendurchmesser im Mittel nur 0,25 Mm. beträgt, — aus dem Folgenden wird übrigens von selbst hervorgehen, dass derselbe sehr variabel ist. Nathusius hat, um die Körper zu isoliren, die Schale mit der Nadel zu zerzupfen versucht. Er hat dann zuweilen Bruchstücke von Fasern mit den eigenthümlichen Körpern in Verbindung getroffen. Ich begreife, dass er auf diese Weise nicht zur Gewissheit darüber gelangt ist, ob der Zusammenhang der Kolben mit den Fasern ein allgemeines Vorkommen sei. Es gibt ein einfaches Mittel, durch welches sich die Eischale von selbst in ihre einzelnen Elemente zerlegt, oder nach dessen Anwendung sie sich leicht in dieselben zerzupfen lässt: längeres Einlegen oder minutenlanges Kochen in Kali causticum. Die Fasern werden jetzt frei, als Gebilde, so lang, dass man meistens gar kein Ende, wie Rathke fälschlich als allgemeines Verhalten annahm, an ihnen finden kann. Aber zuweilen, wenn auch selten, trifft man doch Fasern, welche mit einem stumpfen, einfach abgerundeten oder etwas aufgequollenen Ende aufhören (Fig. 25, a). Von den scharfen Bruchenden, wie sie sehr häufig vorkommen, sind jene natürlichen Endigungen sehr leicht zu unterscheiden. Ausserdem bilden die kolbenartigen Körper natürliche Endigungen der Fasern. Von jenen einfach stumpfen Endigungen nämlich bis zu den ausgebildetsten dieser Körper finden sich alle möglichen Uebergänge: das Faserende quillt zuerst nur wenig auf, dann bekommt der aufgequollene Theil mehr und mehr eine retorten- oder kolbenförmige Gestalt, — er zeigt jetzt noch ganz das weissgelbliche, stark lichtbrechende Aussehen der Fasersubstanz. Auf dieser Stufe bleiben die Kolben bei Lacerta agilis, deren Eischale aus denselben Fasern besteht, wie diejenige der Ringelnatter, fast regelmässig stehen (Fig. 25, b) — sie sind dort also im Durchschnitt viel kleiner als bei der Natter und es zeigen ihrer nur wenige die Eigenthümlichkeiten, welche noch ausserdem an Kolben des Natterneies auftreten. An diesen wird das Aufquellen des Faserendes viel stärker, — im Inneren des entstandenen Kolbens zeigen sich bald früher bald später Hohlräume,

rund, oval, meist scharf begrenzt, einer, zwei, häufig eine grosse Zahl; oft bleiben diese Hohlräume kleine Löcher, oft füllt ein einziger den ganzen Kolben bis auf eine dünne Rindenschicht aus (Fig. 25). Unterdessen haben sich die Kolben durch den Druck im Eileiter meist abgeplattet und früher oder später ist ihre Substanz, die zuerst homogen war wie die Faser, körnig geworden, — ihre körnige Masse setzt sich oft weit hinein jetzt in die Faser fort; man trifft aber auch Fasern, welche unabhängig vom Kolben dieselbe körnige Beschaffenheit zeigen (Fig. 25, c). In den Höhlen, welche im Kolben liegen, findet man häufig kernartige Gebilde (d, e, f); ferner trifft man eben solche zuweilen in die Fasern selbst eingebettet (K).

Die Kolben sind oft deutlich von einer feinen Haut umgeben und diese Haut ist dann in zahlreichen Fällen auf die Fasern zu verfolgen. Die Haut wird besonders deutlich nach längerem Maceriren in Kali causticum, wodurch sie sich, während der Inhalt sich verändert, in Falten legt.

Alles beweist, dass die Kolben ein und desselben Ursprungs mit den Fasern sind. Sollte noch ein Zweifel hierüber bestehen, so würde er durch Folgendes gehoben werden müssen: Man findet nicht selten im Verlauf der Fasern Auftreibungen der verschiedensten Form, häufig spindelförmig gestaltet, körnig oder homogen, wie die Fasern von Aussehen, ohne Vacuolen oder mit solchen ganz nach Art der Kolben versehen, — oft folgen mehrere solcher Auftreibungen nach einander in einer Faser — beide Dinge, diese Auftreibungen und die Endkolben sind offenbar ein und dasselbe (f und l).

Die Fasern zeigen wie die Kolben grosse Verschiedenheiten in der Dicke, wie schon daraus hervorgeht, dass sich die ebenerwähnten Verdickungen derselben oft auf lange Strecken ausdehnen. Gewöhnlich werden sie von 0,005 Mm. Durchmesser angetroffen bis herab zu sehr grosser Feinheit. Sie haben ganz den gelblich-weissen Glanz, und, was wenigstens die feineren unter ihnen angeht, ganz das Aussehen von elastischen Fasern. Dass sie dem elastischen Gewebe zugetheilt werden müssen, dafür sprechen die Ergebnisse, welche ihre weitere Untersuchung liefert, deutlich genug. Ihr Verlauf ist nämlich geschlängelt, ganz wie der elastischer Fasern. Theilungen trifft man zwar niemals an ihnen; dagegen zeigen die grösseren öfters eine helle Linie in ihrem Inneren, welche den Eindruck

macht, als seien sie feine hohle Röhrchen, eine Frage, die ja auch für die elastischen Fasern vielfach aufgeworfen worden ist. Zuweilen ist in der That die helle Linie im Inneren der Faser so breit, dass man als sicher annehmen möchte, man habe es mit hohlen Röhrchen zu thun. Dafür sprechen auch die Beobachtungen von Nathusius, welcher nach Einwirkung von Chlorgold krümelige Niederschläge in den Fasern gesehen hat, wie v. Recklinghausen an elastischen Fasern nach Einwirkung von Silber. Ferner sah ich zuweilen an Kalipräparaten, wie Nathusius an in Canadabalsam eingelegten, deutliche Lufteinschlüsse in den Fasern (m); in anderen Fällen traf ich die körnige Masse, aus welcher zuweilen die ganze Faser besteht, nur im Centrum derselben. Ganz feine Hohlräumchen, wie runde Löcherchen, welche sich oft im Inneren einer Faser reihenweise angeordnet fanden, muss ich auf eine Entstehungsweise ähnlich derjenigen der Hohlräume in den Kolben zurückführen (n), ebenso den Fall, wenn die Hohlräume der Kolben sich von diesen aus oft auf weite Strecken in die Fasern hinein verfolgen lassen. Auf diese Weise können entschieden hohle Fasern entstehen.

Die Fasern zeigen häufig noch eine Eigenthümlichkeit, welche ich hier nicht übergehen darf: ihre Begrenzung ist zuweilen nicht glatt, sondern uneben, oft scharf gezackt, oft gekerbt, zuweilen statt der Zacken mit knopfartigen Auftreibungen versehen (o).

Was die Zugehörigkeit der Schalenhaut zum elastischen Gewebe endgültig feststellt, ist ihr Verhalten gegen Reagentien. Sie ist ungemein widerstandsfähig, insbesondere gegen Alkalien. Man kann die Fasern mehrere Stunden in Kali causticum kochen, ohne dass sie zerstört würden und man kann sie nach dem Kochen noch monatelang in kaustischem Kali liegen lassen, ohne dass sie irgend eine Veränderung erlitten. Nur nach sehr langem Liegen in derselben Flüssigkeit scheinen sie etwas blasser zu werden und besonders werden dann die Kolben blass, die grösseren unter ihnen werden krümelig und fallen zusammen, die Haut legt sich auf ihnen in Falten. Die kleineren glänzenden Kolben sind aber auch jetzt nicht mehr verändert wie die Fasern. Nach dreistündigem Kochen in concentrirtem kaustischen Kali traf ich keinen der grossen Kolben mehr. Dieselben waren offenbar aufgelöst, dagegen waren die kleinen, der Fasersubstanz ähnlichen noch vorhanden.

Nach nur 5 Minuten langem Kochen in concentrirtem kausti-

schem Kali waren auch die grossen Kolben noch unverändert, nur die Körnchen in ihnen waren blasser geworden oder an ihre Stelle waren wirr durcheinanderliegende kleine stabförmige Gebilde getreten.

Die Eischale des Chamäleons ist ganz aus denselben Fasern gebildet, wie die Schalen des Ringelnattern- und des Eidechseneies, aber es fehlen hier die Kolben, welche, wie bemerkt, bei Lacerta agilis zeitlebens klein bleiben, gänzlich. Bei den Schildkröten endlich finden wir im Bau der Eischale den Uebergang zu demjenigen des Vogeleies, indem dieselbe aus einem dichten Filz feiner Fäden zusammengesetzt und stark mit Kalk getränkt ist.

In der Fortsetzung dieser Arbeit werde ich mich über die Entstehung der Eischale der Reptilien zu äussern haben. Zugleich aber werde ich suchen, die Thatsachen, welche ich hier, ohne die sich theilweise von selbst aufdrängenden Folgerungen zu ziehen, einfach nebeneinander zu stellen mich genöthigt habe, an der Hand vergleichender, besonders an den Eiern der Knochenfische gemachter Studien in ihrem Werthe zu beurtheilen und für eine allgemeine Auffassung zu benutzen.

Nur auf eine der im Vorstehenden enthaltenen Angaben will ich heute noch näher hinweisen, darauf nämlich, dass von einer gewissen Zeit an Dotter durch Dotterhaut und Zona pellucida, ja, wie wir sehen werden, durch die Poren sehr dicker Eikapseln, allmälig sich um das Ei herum bilden können (Ringelnatter), aus diesem hinauswandert, — denn es handelt sich dabei offenbar um eine selbstständige, active Bewegung der betreffenden Dottertheile.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

G Granulosa.
Z Erste Eihüllen.
Zi Eigentliche Dotterhaut.
Zst Zona pellucida.
Za Aeusseres Häutchen der Eihülle.
R Rindenschicht.
IR Innere Rinde.

DK Dotterkrumen.
K Keimbläschen.
N Dotterkern.
F Fettschicht des Dotters.
M Maschennetz.
As Fortsätze der Granulosazellen.
de Dotterelemente im Maschennetz.

Fig. 1—4. Aus Follikeln der Ringelnatter (Tropidonotus natrix).

» 1. Durchschnitt durch einen erhärteten Follikel (etwa $^1/_2$ Mm. Durchmesser) zeigt u. A die Membran des Keimbläschens, von welcher sich der Inhalt etwas zurückgezogen hat.

» 3 und 4. Keimbläschen, die ovale Form von seitlichem Druck herrührend. A und B Keimflecke mit Keimpunkt und Keimpünktchen.

» 5 u. 6. Aus Schildkröten-Follikeln von etwa $^1/_2$ Mm. Durchmesser.

» 6. Keimbläschen vergrössert, mit seiner Rinden- und Markschicht.

» 7—15. Ringelnatter, Durchschnitte von erhärteten Follikeln. Fig. 8 u. 9 (3 Mm. Durchmesser) halbschematisch As, Fig. 8 sind Fortsätze der Granulosazellen, entsprechend As in Fig. 12 u. 14. Zwischen ihnen in Fig. 8 und 12 eine feinere Streifung, wahrscheinlich gleichfalls von Fortsätzen der Granulosazellen herrührend. In Fig. 7 und 8 sieht man in der Granulosa die Trompeten, entsprechend Fig. 12. Die Membran um das Keimbläschen in Fig. 8 durch den Schnitt in Falten gelegt.

» 16. Aus der glatten Natter (Coronella laevis), die Zona pell. geschichtet.

» 17. Ringelnatter, Granulosa-Epithel. y corrigirt einen Fehler, welcher in Fig. 4 des Holzschnittes in meinem Aufsatz »zur Kenntniss vom Baue des Zellkerns« sich befindet, indem dort der untere Körnchenkreis fälschlich durch ein Körnchen vom oberen getrennt ist, während es sich doch um ein Absprossen des letzteren vom ersteren handelt. w zeigt dann die Absprossung eben vollendet und in v ist der Kern schon in zwei getheilt.

» 18—24. Aus der grünen Eidechse (Lacerta viridis). Fig. 18. Keimfleck, frisch. 19—24 Follikeldurchschnitte.

» 25. Aus der Schale des gelegten Ringelnattereies.

» 26. Kerne aus dem Granulosa-Epithel der Ringelnatter.

Der quergestreifte Muskel.

Von

Dr. **Fr. Merkel**,

Prosector in Göttingen.

I.

Das primitive Muskelelement der Arthropoden.

Hierzu Tafel XIII.

Unter der grossen Reihe ungelöster, histologischer Fragen ist die nach der mikroskopischen Zusammensetzung des quergestreiften Muskelgewebes eine der interessantesten, nicht allein weil man es hier mit einem so viel verbreiteten und wichtigen Gewebe des Körpers zu thun hat, sondern weil auch die Physiologie so lange die Aktion des Muskels im Unklaren lassen muss, bis sie ein anatomisches Substrat hat, welches die Grundlage für sichere Schlüsse bilden kann. Es ist desshalb nicht zu verwundern, dass zu allen Zeiten der mikroskopischen Forschung gerade dieses Gewebe die Aufmerksamkeit sehr in Anspruch genommen hat, und ich kann mich aus diesem Grund auch wohl enthalten, eine historische Betrachtung voranzuschicken, welche doch nur vielbekannte und vielbesprochene Arbeiten aufs Neue wiederholen würde.

Ein wenn auch nur provisorischer Abschluss der Frage ist nicht gefunden und um ein Bild von ihrem jetzigen Stand zu geben, genügt es, die neuesten Arbeiten darüber anzuführen. Krause[1]) fand eine Linie in der einfachbrechenden Substanz und deutet sie als eine Querplatte, welche diese Substanz in zwei Hälften theilt. Ein einfaches Muskelelement besteht nach ihm also aus $^1/_2$ einfachbrechender, $^1/_1$ doppeltbrechender, und wieder $^1/_2$ einfachbrechender Substanz. Gleichzeitig mit K's. Publikation erscheint

1) Zeitschr. f. rat. Med. III. Reihe 33. Bd. p. 265.

ein Aufsatz von Hensen [1]), welcher ebenfalls eine neue Querscheibe zu constatiren vermag, die aber nicht in der einfach-, sondern in der doppeltbrechenden Substanz liegt. Er wird also ein einfaches Muskelelement construiren aus $^1/_2$ doppelbrechender, $^1/_1$ einfach- und wieder $^1/_2$ doppeltbrechender Substanz. — Nichts wäre nun leichter, als die beiden einander diametral entgegenstehenden Ansichten zu identificiren, man brauchte nur anzunehmen, dass einer von beiden einfach- und doppeltbrechend verwechselt habe, und das Polarisationsmikroskop würde rasch den Ausschlag geben. Nun verwahren sich aber beide gegen eine Identität ihrer Bilder und bringen Erklärungen und Entgegnungen, welche die Fehlerquellen aufdecken sollen, die die Täuschungen veranlasst haben. Um nun die Verwirrung auf den höchsten Punkt zu steigern, erscheint noch ein neuer Aufsatz von Heppner [2]), welcher beide Ansichten für unrichtig erklärt und die neu entdeckte Linie als einfachbrechende, alles Uebrige als doppeltbrechende Substanz hinstellt. Alle andern Zeichnungen und Streifen des Muskels sind nach ihm auf trügerische Spiegelbilder zurückzuführen und haben keinen Werth.

Macht ein aufmerksamer Beobachter eine mikroskopische Untersuchung, so wird er gewiss stets der Wahrheit näher kommen und zur Lösung der gegebenen Frage beitragen, wenn der vorwärts gemachte Schritt auch manchmal nur ein kleiner ist. Durch die erwähnten Arbeiten nun sind wir in der Erkenntniss der Struktur des quergestreiften Muskels sehr gefördert worden, denn es geht aus ihnen mit Deutlichkeit hervor, dass der Muskel mindestens Eine Art querer Scheidewände enthält, die man bis dahin, wenn auch schon früher mehrfach gesehen, doch noch nicht erkannt hat, und welche vielleicht einen Schlüssel zu dem noch so räthselhaften Bau des Gewebes geben.

Jedenfalls aber war es bei einer erneuten Untersuchung des quergestreiften Muskels nöthig, auf neue Hilfsmittel zu sinnen, da ja, wie der Erfolg lehrt, durch die bis jetzt gebrauchte Untersuchungsmethode ein befriedigender Abschluss nicht zu erreichen war. Ich glaubte, neue Resultate nur dadurch erreichen zu können, dass ich eine Untersuchung des gehärteten und mit Reagentien behandelten Gewebes in seinen kleinsten Elementen auf's Engste mit der Durchforschung des lebenden Muskels verband und jede Beobach-

1) Arbeiten des Kieler phys. Instit. 1868. p. 1.

2) Dieses Archiv Bd. V. p. 137.

tung, die ich hier oder dort gemacht hatte, durch Auffindung an dem correspondirenden Präparate bestätigte und vollkommen erwies. Ich glaube durch diese wechselseitige Controle einer Menge von Fehlerquellen aus dem Weg gegangen zu sein, die eben in der eigenthümlichen Anordnung des Muskels liegen. Denn Nichts ist wahrer, als der vielfach ausgesprochene Satz, dass die Muskelfaser ein Convolut von spiegelnden Flächen ist; und da diese Flächen so sehr regelmässig angeordnet sind, ist auch die Spiegelung eine äusserst regelmässige und zu Trugschlüssen auffordernde, so dass ich keine Beobachtung, die an dem unversehrten Primitivbündel gemacht war, für richtig hielt, bis ich sie an gehärteten Fibrillen wiederholt hatte. Denn an letzteren ist die Spiegelung durch Gerinnung des Inhaltes aufgehoben und die Strukturverhältnisse sind natürlich an einem so feinen und durchsichtigen Element weitaus leichter zu analysiren, als es bei den relativ dicken Primitivbündeln der Fall sein kann. Bezüglich der gehärteten Muskelpräparate begegnet man in den bisherigen Arbeiten einem empfindlichen Mangel, es ist nämlich durchweg zu wenig oder gar keine Rücksicht auf die verschiedenen Contraktionszustände genommen worden und ich glaube darin den Grund der bisher stets vergeblichen Bemühungen suchen zu müssen.

Bevor ich nun zur Besprechung meiner eigenen Untersuchungen übergehe, will ich noch bemerken, dass als Erhärtungsflüssigkeit fast durchweg Alkohol von 50—100° benutzt wurde. Es wurden zwar noch andre Conservirungsmittel angewandt, wie Osmium, Platinchlorid, Chromsäure, Müller'sche Flüssigkeit etc. etc., aber meist kehrte ich zum Alkohol zurück, den ich bald als das weitaus schonendste und bequemste Härtungsmittel kennen gelernt hatte, wie ja auch Bowman[1]) schon von ihm die Eigenschaft rühmt, die Querstreifen der Muskeln vollständig unversehrt zu erhalten.

Die Muskelsubstanz mit vollkommen und durchweg ausgebildeten Querstreifen kommt bekanntlich besonders den zwei grossen Gruppen der Wirbelthiere und Arthropoden zu. Bei den ersteren ist die Streifung sehr gleichmässig und zierlich, bietet jedoch durch die Feinheit ihrer Struktur selbst starken Vergrösserungen mancherlei Schwierigkeiten dar. Die Muskeln der Arthropoden haben dagegen sehr breite bandartige Querstreifen, welche selbst bei mässigen Vergrösserungen leicht zu untersuchen sind. Ausserdem findet

1) Phil. Transact. 1840. pt. II. p. 473.

sich bei vielen von ihnen noch eine Art von Muskulatur, die vor Allem zu einer Untersuchung auffordert, nämlich die eigenthümlich gebauten Muskeln des Thorax, welche bekanntlich schon in frischem, noch contractionsfähigem Zustand eine bequeme Untersuchung ihrer colossalen Elemente und Fibrillen gestatten. Ich will desshalb auch mit deren Beschreibung beginnen.

Legt man eine dicke Partie solcher Muskulatur, einer eben getödteten Fliege oder Biene entnommen, ohne weitere Behandlung unter das Mikroskop, so sieht man ausser der krümeligen Masse, welche die Fibrillen umgibt, nichts weiter als eine diesen entsprechende Längsstreifung und nur selten kommt eine undeutliche Querstreifung zur Beobachtung. Der Versuch, einzelne Fibrillen zu untersuchen, misslingt stets, da die durchtränkende Flüssigkeit in so geringer Menge vorhanden ist, dass kleinere abgetrennte Partikel stets sofort trocknen und unbrauchbar werden. Es musste desshalb eine Zusatzflüssigkeit gesucht werden, welche die Fibrillen deutlicher überblicken liess, ohne sie jedoch zu verändern. Wasser erwies sich als ganz ungeeignet. Die Fibrillen zeigten die Querstreifung nicht besser, verloren alle Elasticität, wurden bald undurchsichtig und starben mit éinem Worte sogleich ab. Ein Versuch mit ganz frischem, gewöhnlichem Hühnereiweiss dagegen gelang vortrefflich, und als besten Beweis für die Güte dieses Untersuchungsmittels brauche ich nur anzuführen, dass allein hierin die Contractionen ohne Schwierigkeit zu beobachten sind.

Das erste, was an einem solchen Präparate auffällt, ist die sehr klare und scharfe Querstreifung, welche an keiner Fibrille vermisst wird (Fig. 1 e). Dieselbe wird erzeugt durch scharf begrenzte, glänzende, stark lichtbrechende Linien, welche in regelmässigen Abständen quer durch die Fibrillen gelegt sind. Durch Heben und Senken des Tubus und besonders an schief liegenden Fibrillen ist sehr leicht zu constatiren, dass man Scheiben vor sich hat, welche die Faser in Abtheilungen theilen. Ausser diesen starken, zuerst in die Augen fallenden Linien findet man noch eine breite, verwaschen nach beiden Seiten auslaufende Stelle (Fig. 1 c), welche dunkler ist, als der übrige Theil der Fibrille, der im Lichtbrechungsvermögen mit dem zugesetzten Eiweiss gleichsteht. Dies ist das Aussehen der lebenden Thoraxfibrille im Ruhezustand.

Was nun die mit Reagentien behandelten lebenden Fibrillen betrifft, so ergeben Müller'sche Flüssigkeit, Chromsäurelösungen,

die von Hensen (l. c.) empfohlene $^1/_{10}$ % Osmiumsäure, wie schon erwähnt, keine Resultate. Die Fibrillen zeigen sich meist ganz homogen, ohne eine Spur der in Eiweiss so ausnehmend schön sichtbaren Querstreifen. Auch Alkohol versagt leider den Dienst, oder ist vielmehr im Stande, durch allerlei Trugbilder auf Irrwege zu führen. Mit diesem Reagens behandelte Fasern sind nämlich meist ebenfalls ganz homogen, ändern aber ihre Beschaffenheit bei der geringsten Zerrung. Da nun bei der Bereitung eines Präparates durch die Manipulation des Zerfaserns eine solche Zerrung nicht zu vermeiden ist, so hat fast jede Fibrille je nach dem Grade der Dehnung eine andere Gestalt. In Fig. 3—6 habe ich die häufigsten Formen abgebildet. Als ich erst die Entstehung dieser Bilder erkannt hatte, war es mir leicht, sie willkürlich durch angewandten Zug zu erzeugen. Gerade die Gewissheit aber, dass man hier lediglich Kunstprodukte vor sich hat, gab zu denken, denn es müssen die zwar verschiedenen aber stets äusserst regelmässigen Formen durch irgend einen stets vorhandenen Grund hervorgerufen werden. Als diese formbestimmende Ursache nun lassen sich Querscheiben nachweisen, welche die Fibrillen ln regelmässigen Abständen quer durchsetzen. Aber merkwürdiger Weise findet sich hier, besonders in sehr ausgedehnten Fibrillen nicht Eine Querscheibe, wie man nach dem frischen Präparat (Fig. 1 c) hätte vermuthen sollen, sondern deren zwei, von denen die eine stets dunkler und dicker ist, als die andere (Fig. 6 e, m). Die Scheiben stehen alternirend und zwar so, dass je zwei von einer Sorte am Ende eines einfachen Muskelelementes liegen, während je eine Scheibe der andern Sorte genau die Mitte desselben einnimmt. Es zeigt sich diess an jeder Fibrille, denn mag man nun beide, oder nur die eine der beiden Scheiben sehen, stets wiederholen sich die morphologischen Bestandtheile des Muskels so, dass der Raum von drei Scheiben erforderlich ist, um ein Element zu bilden. Wenn diese alternirenden Querscheiben auch noch nicht beschrieben sind, so sind sie doch schon mehrfach gesehen und von vorurtheilsfreien Beobachtern abgebildet. Schon Kölliker zeichnet in seiner mikroskopischen Anatomie Fig. 79 b eine Fibrille, die diese Verhältnisse nicht verkennen lässt. Auch Hensens Fig. 5 A (l. c) zeigt sie aufs Beste.

Legt man eine Fliege nur auf wenige Stunden in absoluten Alkohol und macht dann in möglichst schonender Weise ein Präparat, so gelingt es, Fibrillen zu isoliren, welche die beiden Arten von

Querscheiben zeigen, während sie sonst ganz homogen sind (Fig. 7). Diese Präparate sind sehr schön, und man gewinnt die Ueberzeugung, dass die dicke Querscheibe des gehärteten Präparates mit der einzigen Querscheibe des frischen Präparates identisch ist. Dies lässt sich nun aber durch einen sehr einfachen Versuch auch endgiltig beweisen. Setzt man nämlich zum Alkoholpräparate verdünnte Essigsäure [1]) zu, so quellen die Fibrillen in einer sehr zierlichen Weise auf, wie es in Fig. 8 wiedergegeben ist. An der Seite entstehen bauchige Hervortreibungen, dadurch hervorgebracht, dass die Querscheiben der Quellung stärkeren Widerstand leisten, als die Seitenwände. Doch geschieht dies nicht in gleicher Weise, sondern die dicke Querscheibe ist widerstandsfähiger als die dünne, oder mit andern Worten, es entstehen an der Stelle der dickeren Querscheibe stärkere Einziehungen (e), als da wo die dünne Scheibe (m) mit der Seitenwand zusammenstösst. Behandelt man dann eine frische in Eiweiss, oder da dieses durch die Säure zu leicht gerinnt, besser eine in Wasser liegende Fibrille ebenso, so bekommt man unter Lösung der verwaschen auslaufenden Substanz (c) genau dasselbe Bild, und zwar liegt die starke Einziehung an der Stelle der scharf conturirten Linie (e). Nur bei Zusatz von ganz ausnehmend schwacher Essigsäure kommen die beiden Linien zum Vorschein, nimmt man sie etwas zu stark, so löst sich sofort die schwache Linie auf und die zu derselben gehörige Einziehung fehlt. Ueberhaupt sind diese Fibrillen so zart, dass sie frisch auch der schwächsten Säure nur sehr kurze Zeit Widerstand leisten.

Da es nun bei der Zartheit des frischen Präparates und bei der Wichtigkeit einer vollkommen sicheren und stets möglichen Controlle wünschenswerth war, gehärtete Präparate zur Verfügung zu haben, so bemühte ich mich, trotz der oben erwähnten ungünstigen Erfahrungen, doch noch ein derartiges Präparat zu bekommen und fand endlich, dass dies gelingt, wenn man nur, statt den ganz frischen Muskel zu benutzen, abwartet bis er todtenstarr ist. In diesem Zustand bekommt man die prachtvollsten ruhenden Fibrillen [2]), und ist im Stande, die am frischen Muskel so schwierigen Versuche leicht und ohne Mühe zu wiederholen. Die Resultate sind absolut die gleichen, und die starke und die schwache Linie durch den Al-

1) Hat man die Essigsäure zu stark genommen, so kann man durch Zufliessenlassen von etwas Liqu. ammon. caust. leicht abhelfen.

2) Vergl. Hensen l. c. p. 2.

kohol widerstandsfähiger gemacht, besser zu sehen, als am frischen Präparat.

Die beschriebenen Versuche mit Essigsäure beweisen nun, dass die Fibrillen des Thorax von einer fest schliessenden Membran umgeben sind, die durch die Quellung zeigt, dass sie bis zu einem gewissen Grade widerstandsfähig ist. Dann ergibt sich aus den Einziehungen am Anheftungspunkt der Quermembranen, dass diese mit der Seitenmembran auf's Innigste verbunden sind. Aus der vollkommenen Gleichartigkeit des Verhaltens gegen Reagentien und das durchtretende Licht lässt sich sogar der Schluss ziehen, dass die helle Quermembran und die Seitenmembran aus Einem Stoffe gebildet sind. Dass die Elasticität der dunkelen Querscheiben eine viel geringere ist, als die der hellen, geht aus einem weiteren Versuche hervor. Legt man Fibrillen auf 12—24 Stunden in eine concentrirte Lösung von Cupr. sulf., so schrumpfen sie ein, es wird also eine der Essigsäure entgegengesetzte Wirkung erzielt. Hierdurch gewinnt die Fibrille ein Ansehen, welches sich am besten mit einem Bambusrohr vergleichen lässt; die Seitenmembranen sinken ein und werden nur durch die Querscheiben, wie durch Spreizen auseinandergehalten. Bei diesen Präparaten nun ist die dunkle Querlinie (e) die breitere, die helle (m) dagegen die schmalere (Fig. 9). Die entgegengesetzten Versuche mit Essigsäure und Kupfer lehren nun, dass die dunkle Querlinie ziemlich fest und starr ist, während die helle sich beweglich der jeweiligen Form der Faser anschmiegt. Es sind dies Unterschiede, welche zu beweisen scheinen, dass man zwei völlig verschiedene Dinge vor sich hat, und doch ist dem nicht so, wie mit Leichtigkeit nachzuweisen ist. In 50 %igem Alkohol eingelegte Thoraxfibrillen werden in einigen Tagen so macerirt, dass sie in einzelne Stückchen zerfallen (Fig. 10 a). Dieselben haben alle die gleiche Länge und sind sämmtlich quer abgeschnitten. In jedem Präparat aber finden sich ausserdem genug Fibrillenstücke, wo der Zusammenhang noch zum Theil gewahrt ist, und solche die gar nicht verändert sind. Eine Essigsäureprobe gibt den deutlichen Beweis (Fig. 10 B), dass die Trennung an der Stelle erfolgt, welche der starken Querlinie entspricht. Häufig beobachtet man, wie es auch in der Zeichnung wiedergegeben ist, kurze Stückchen, deren innere Glieder die ganz regelmässige Quellung mit der bezüglichen Einziehung zeigen, während die Endglieder glockenförmig ausgebogen sind. Dieses Verhalten scheint mir zu dem Schluss

zu berechtigen, dass man die starke Linie auf zwei aneinandergekittete Platten zurückzuführen hat, von denen jede der in der Mitte des Muskelelementes liegenden gleicht, und dass hauptsächlich die Kittsubstanz, die sie verbindet, gegen Essigsäure resistent ist; wird sie auf irgend eine Art entfernt, so dass die Säure auch auf die Membran selbst einwirken kann, so verhält diese sich genau so, wie die mittlere Scheibe.

Die bis jezt besprochenen Theile kann man als accessorische Gebilde des Muskelelementes bezeichnen, die demselben als Hülle und zur Stütze dienen. Ich werde sie nun in Folgendem der Kürze wegen folgendermassen nennen:

1) Die Röhre mit rundem Durchschnitt, welche das Muskelelement an den Seiten begrenzt und durch Essigsäure hervorgebaucht wird, nenne ich: Seitenmembran.

2) Für die Scheidewand, welche genau in der Mitte eines Muskelelementes ausgespannt ist, benutze ich den Hensen'schen Ausdruck: Mittelscheibe. Dieser Ausdruck passt auch im Hensen'schen Sinn, wie das Folgende zeigen wird.

3) Die der Mittelscheibe analogen Membranen, welche das Muskelelement auf beiden Seiten schliessen, nenne ich: Endscheiben, werde jedoch der Bequemlichkeit halber bei Besprechung der unversehrten Muskelfaser die zwei zusammengehörigen Endscheiben mit der zwischenliegenden Kittsubstanz ebenfalls schlechtweg »Endscheibe« nennen.

In allen mir bekannt gewordenen früheren Publikationen, ausgenommen der von Hensen (l. c.), sind nur die Endscheiben der Thoraxfibrillen als alleinige Querstreifung beschrieben und abgebildet, die eigentliche contractile Substanz ist unbekannt geblieben. Auch Hensen scheint mir den Ruhezustand nicht vollkommen richtig zu zeichnen, die Contraction aber (l. c. Fig. 5 c) ist bis ins kleinste Detail getreu wiedergegeben.

Besieht man nun eine ruhende Thoraxfibrille, so fällt ausser den beschriebenen Endscheiben noch die in Fig. 1 mit c bezeichnete, verwaschen nach beiden Seiten auslaufende Stelle auf, und sie ist es, welche man als contractile Substanz bezeichnen muss. Denn dass sie eine Substanz ist, welche sich von dem übrigen Inhalt des Muskelelementes unterscheidet, geht daraus hervor, dass sie ein anderes Lichtbrechungsvermögen bezitzt, als die umgebende Flüssigkeit. Die Substanz ist von relativ dunklem Ansehen und dokumen-

tirt ihre feste Beschaffenheit dadurch, dass sie den Contur der Mittelscheibe, einer ganz unzweifelhaft festen Substanz vollständig verschwinden lässt, d. h. mindestens dasselbe Lichtbrechungsvermögen besitzt, wie diese. Dass der übrige Inhalt des Muskelelementes flüssig ist, bedarf wohl keines Beweises. Die ganzen Lichtbrechungsverhältnisse kommen in einem solchen Grad denen der umgebenden Flüssigkeit gleich, dass es sogar oft Mühe macht, die Randconturen über diese Stellen weg zu verfolgen. Nachdem nun durch die eben besprochenen Untersuchungen der Bau der ruhenden Thoraxfibrille völlig erkannt war, musste auch noch der Contractionszustand näher untersucht werden. Derselbe ist ausserordentlich schwer zu Gesicht zu bekommen, denn die Thoraxmuskulatur der Insekten enthält, wie schon erwähnt, so wenig durchtränkende Flüssigkeit, dass Präparate nur auf Augenblicke feucht zu erhalten sind. Dieser raschen Verdunstung sowie einem hohen Grad von Klebrigkeit, der diese Muskeln auszeichnet, und sie auf dem Objektträger förmlich festkittet, sind nach meiner Meinung die negativen Resultate so vieler Beobachtungen zuzuschreiben. Kölliker[1]) und Kühne[2]) haben es selbst mit Elektricität versucht, aber keine Resultate erzielt, wodurch letzterer, der sogar an ganzen Thieren experimentirte, veranlasst wird, den Thoraxfibrillen ihre muskulöse Natur ganz abzusprechen. Da jedoch Weismann[3]) und neuerdings Hensen[4]) trotz aller Schwierigkeiten die Contractionen direkt beobachten konnten, so war ihre Eigenschaft als Muskeln nicht mehr zu bezweifeln.

Es gelang mir jedoch äusserst selten, an den ganz frischen unbenetzten Fibrillen von Fliegen (Musca domestica, vomitoria) und Bienen eine Contraction wahrzunehmen und auch dann nur an der ganzen Masse und nicht an einzelnen isolirten Fibrillen. An Präparaten, die mit Eiweiss behandelt sind, schwinden alle Schwierigkeiten und die grösste Mehrzahl der Fibrillen zieht sich langsam und gleichmässig zusammen. Allerdings darf ich nicht verschweigen, dass die Fibrillen niemals wieder in den Ruhezustand zurückkehren, sondern in Contraction absterben, und man könnte mir den Einwurf machen, dass hier gar kein Lebensakt vorliege, sondern dass

1) Mikroscop. Anat. p. 263.

2) Peripher. Endorgane der mot. Nerv. Leipz. 1862. p. 32. Anm.

3) Zeitschr. f. rat. Med. 3. Reihe, Bd. 15. p. 72.

4) l. c. p. 8.

die Fibrillen schon vorher abgestorben waren und nur vermöge ihrer Elasticität sich allmählig verkürzen. Doch glaube ich diesem Einwurf mit Erfolg begegnen zu können. Erstens nämlich ziehen sich die Fibrillen nicht alle zu gleicher Zeit zusammen, sondern die einen früher, die andern später, je nachdem die Lebensfähigkeit der einzelnen ist. Dann ist bei verschiedenen Präparaten der Unterschied in der Schnelligkeit der Contraction ein beträchtlicher. Der wichtigste Beweis ist aber der, dass abgestorbene Fasern keine Veränderung erleiden sondern stundenlang ganz die gleiche Gestalt beibehalten. Einen dritten Beweisgrund werde ich weiter unten anfügen.

Wenn nun an einer solchen Fibrille die Contraction beginnt, so nimmt man zuerst ein näheres Zusammenrücken der dunkelen, scharf conturirten Endscheiben (e) wahr, ganz allmählig lässt sich dann auch die zuerst unmerkliche Verbreiterung der Fibrille wahrnehmen und damit zugleich eine beträchtliche Verschmälerung der verwaschenen Stelle (c), die ich als contractile Substanz bezeichnet habe. Ist die Contraction vollendet (Fig. 2), so sieht man die Endscheiben einander stark genähert, die früher verwaschene Stelle aber relativ scharf begrenzt (m) in der Mitte zwischen diesen. Bei flüchtiger Betrachtung könnte es nun scheinen, als habe die Fibrille einfach das, was sie in der Längsrichtung verlor, in der Querrichtung ersetzt, ohne weitere erhebliche Veränderungen einzugehen. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, sondern die verwaschene Stelle (m) hat sich abgesehen von ihrer schärferen Begränzung ganz unverhältnissmässig verdünnt, während die Endscheiben (e e) nicht wie es zu erwarten stand, durch das Ausdehnen nach allen Seiten verdünnt, sondern sogar v e r d i c k t erscheinen. Dieses äusserst räthselhafte Resultat, welches so vollkommen von allen bisherigen Beobachtungen abweicht, erklärt sich, wenn man die gewöhnlichen quergestreiften Muskelfasern der Arthropoden und Wirbelthiere beobachtet.

Es zeigt sich hier, dass die contrahirte Muskelfaser in ihrer histologischen Struktur verändert ist und nicht, wie man bisher glaubte, ein gleichwerthiges, nur etwas kürzeres und dickeres Gebilde, als die ruhende Faser darstellt. Die Veränderung besteht darin, dass die contractile Substanz, welche in der ruhenden Faser um die Mittelscheibe eines jeden Muskelelementes angehäuft ist, bei der Contraction diesen Platz verlässt und sich an die bezüglichen Endscheiben anlegt, wie es schematisch in Fig. 22 A. B. gezeichnet

its. Anstatt dass also, wie in der Ruhe, das Element in seiner Mitte einen ganzen Querstreifen enthält, zeigt es in der Thätigkeit je einen halben an beiden Enden.

Aus dieser höchst merkwürdigen Art der Contraction erklärt sich sofort die ganze Gestaltveränderung der zusammengezogenen Thoraxfibrille und es ist dies auch gewiss der sicherste Beweis, dass ihre Verkürzung eine aktive und nicht eine passive ist.

Dieses Ergebniss der angestellten Untersuchungen war ein so unerwartetes, dass ich längere Zeit glaubte, durch die Forderungen der Physiologie auf einen Irrweg geführt zu sein, und erst als mir vielfach wiederholte und variirte Versuche stets die gleichen Beweise für die Wahrheit der eben ausgesprochenen Ansicht gaben, war ich sicher, keiner Täuschung zum Opfer gefallen zu sein.

Das erste, was nun nachgewiesen werden musste, war die Zusammensetzung der Muskelelemente, denn da die Thoraxfibrillen in gar mancher Beziehung von den übrigen Muskeln verschieden sind, so konnte man durchaus nicht sicher sein, ob wirklich ein vollkommen analoger Bau des primitiven Elementes der gewöhnlichen Muskelfaser vorhanden war. Doch ist es leicht sich zu überzeugen, dass dem wirklich so ist. Hier wie dort besteht der membranöse, accessorische Theil eines Muskelelementes aus einer in sich röhrenartig geschlossenen Seitenmembran, die oben und unten durch eine Endscheibe geschlossen ist und durch die Mittelscheibe in zwei gleiche Hälften getheilt wird. Sowohl frische, als auch gehärtete oder macerirte Präparate sind für die Beweisführung brauchbar. Zieht man einem eben getödteten Insekt ein Bein aus, so reissen die Muskeln durch. Aber nie kommt es vor, dass sie an einer andern Stelle reissen, als an der Endscheibe. Stets endet beim ruhenden Muskel die Linie in der schwach lichtbrechenden Substanz die Faser, was man besonders gut sieht, wenn man die Strukturverhältnisse durch Zusatz irgend eines Farbstoffes deutlicher macht. Viele Fasern sind freilich am abgerissenen Ende zu einer völlig homogenen Masse umgewandelt oder fetzig zerrissen, was ganz besonders an contrahirten und sehr lebenskräftigen Muskeln beobachtet wird. Hieran ist nichts zu sehen. Am sichersten bekommt man wohlerhaltene, ruhende Fasern, wenn man wartet, bis die Reizbarkeit des Muskels etwas abgenommen hat; hier findet man dann stets eine völlig glatte, quere Rissfläche, die mit der erwähnten Stelle zusammenfällt. Einen sehr schlagenden Beweis für eine Zusammensetzung der in Rede

stehenden Linie führt man ferner, wenn man Muskelfibrillen, die in Alkohol erhärtet sind, zerrt. Hier findet man, dass die Linie, die vorher in der gewöhnlichen Weise einfach erschien, auseinander gewichen ist, und sich in drei Theile getheilt hat, die beiden Endscheiben, die ebenso zart aussehen, wie die Mittelscheibe und die sie verbindende Kittsubstanz welche eine dicke und stark lichtbrechende Linie darstellt (Fig. 20). Oft genug bekommt man auch unfreiwillig solche auseinandergewichene Endscheiben, denn eine Zerrung kommt bei der Präparation leicht vor. Mit Vermeidung jeden Zuges schonend herausgenommene Fasern zeigen stets nur eine einzige scharf begränzte Linie.

Mit nicht ganz concentrirtem Alkohol behandelte Fasern zerfallen oft durch Zerzupfen oder Druck auf das Deckgläschen in ihre Elemente und auch hier überzeugt man sich von derselben Thatsache (Fig. 18). Häufig ist allerdings die freiliegende Endscheibe gar nicht oder nur mit Mühe zu sehen; der Zusatz von etwas Essigsäure genügt jedoch, um sie stets deutlich sichtbar zu machen, wenn sie vorhanden ist. Hier und da kommt freilich selbst bei Säurezusatz keine Endscheibe zum Vorschein, wenn das spröde Alkoholpräparat an der Gränze der doppelbrechenden Substanz durchgebrochen ist (Fig. 18).

Setzt man zu einer frischen Arthropodenfaser, um kein Beweismittel zu vernachlässigen, schwache Essigsäure zu, so quillt sie ganz in derselben Weise auf, wie die Thoraxfibrillen (Fig. 11), nur mit dem Unterschied, dass die Mittelscheibe so nachgiebig ist, dass ihr fast niemals eine zweite kleinere Einkerbung des Randes entspricht, wie bei den Thoraxfibrillen. Dafür ist aber die Einkerbung der Endscheiben eine um so schönere. — Nur bei Bombus terrestris habe ich an den Rüsselmuskeln sehr schön die Einziehung der Mittelscheibe gesehen. — Bei dieser Behandlung ist es ganz gleichgültig, ob man ganze Fasern, oder kleinere Abtheilungen oder einzelne Fibrillen vor sich hat. Stets bekommt man dieselben ausgebauchten Muskelelemente. Ganz besonders gut geeignet zur Demonstration dieser Verhältnisse ist die Scheerenmuskulatur von Astacus fluviatilis. Die leicht zu isolirenden Fibrillen geben äusserst zierliche perlschnurartige Bilder (Fig. 19 B).

Es ist nun bezüglich der membranösen Hülle des Muskelelementes im Vorstehenden der Nachweis geliefert, dass die Endmembranen jederseits dasselbe schliessen, und dass nicht, wie Krause

behauptet, je eines immer zwei Muskelelementen gemeinsam ist. Schon der negative Beweis würde genügt haben, dass man in keinem Präparat eine Faser findet, welche offen, d. h. ohne Endscheibe endigte. Wäre Krause's Ansicht richtig, so müsste ja der einen Hälfte die Endscheibe mangeln, da sie stets an der andern Hälfte hängen bliebe. Aber man kann auch ausser der oben schon erwähnten Zerrung einen weiteren positiven Beweis beibringen, wenn man nämlich Fasern aufsucht, welche nur halb durchgerissen sind. Hier sieht man, besonders nach Anwendung von Essigsäure (Fig. 11) mit der grössten Deutlichkeit, dass jede Rissfläche mit einer Membran geschlossen ist, dass also die Endscheiben doppelt liegen [1]).

Dass die membranösen, accessorischen Gebilde des gewöhnlichen Arthropodenmuskels ganz denen der Thoraxfibrillen gleichen, kann nach dem Vorstehenden keinem Zweifel unterliegen. Was nun die eigentliche contractile Substanz anlangt, so ist sie hier bedeutend leichter nachzuweisen, als an der Thoraxmuskulatur. Dieselbe besteht an der ruhenden Faser aus einem breiten dunklen Band, welches zu beiden Seiten der Mittelscheibe liegt, und nach Brücke's bekannter Entdeckung doppeltbrechend ist. Die Mittelscheibe selbst ist schwer zu sehen, nur an ganz frischen, dem lebenden Thier entnommenen Fasern findet man sie, hier allerdings auch ganz regelmässig. Behandelt man aber frische oder gehärtete Muskeln mit Essigsäure, und färbt sie darauf ganz schwach mit Jodtinktur, so pflegt sie schön sichtbar zu werden; doch muss man sich hüten, Fasern zu nehmen, die zu lange in starkem Alkohol gelegen haben, indem diese entweder ganz unempfindlich gegen Säure sind, oder nur sehr träge und unvollständig reagiren.

Ueber den Aggregatzustand dieser contractilen Substanz ist Vieles gesprochen und geschrieben worden, ohne dass man über blosse Hypothesen hinausgekommen wäre, und vollständig wird man ihn mit unseren jetzigen optischen und chemischen Hilfsmitteln wohl nie ergründen können. Was aber mit Sicherheit darüber aus-

---

1) Krause's Versuch der Maceration von Muskelfasern in 3%iger Essigsäure beweist natürlich nur, dass man ein festes in Essigsäure unlösliches Gebilde vor sich hat, aber durchaus nicht mehr. (Motor. Endplatten. Hannov. 1869 p. 26). Wenn er, ohne ernstliche Isolationsversuche gemacht zu haben, diese Membran für einfach erklärt, so ist ihm der Vorwurf zu machen, dass er nicht noch anders behandelte Präparate zu Rathe gezogen hat, die seinen negativen Beweis bald umgestossen haben würden.

gesagt werden kann, ergibt sich aus der Betrachtung des Contractionsvorganges und ich wende mich nun zu dessen Beschreibung.

Das erste was mir eine lange Zeit hindurch stets bei der Beobachtung lebender sich zusammenziehender Fasern auffiel, war der Umstand, dass eine ruhende Faser anfing sich langsam zu bewegen, dass diese Bewegung dann schneller wurde und dass schliesslich der contrahirte Zustand zur Beobachtung kam. Einen Uebergang aus der einen Form in die andere konnte ich niemals zu Gesicht bekommen. Vergebens sah ich mich nach einem Schmalerwerden der Querstreifen, oder einem Zusammenrücken derselben um. Immer und immer wieder entwischte dieser Moment meiner gespannten Aufmerksamkeit und ich verzweifelte zuletzt überhaupt an dem Gelingen meiner Versuche. Besonders schlecht war es mir mit der Betrachtung der Contraction an Krebsmuskeln ergangen, indem hier regelmässig ein Zeitpunkt eintrat, wo mir die ruhende Faser entschwand und nichts zu sehen war; wenn ich dann die Faser wieder zu Gesicht bekam, war sie contrahirt und es war zu spät. Ganz ebenso ging es mir, wenn ich an einer solchen Faser die Rückkehr zur Ruhe beobachten wollte; auch hier entwischte der kritische Moment meinen Augen.

Schon wollte ich meine Beobachtungen ganz aufgeben, als mir plötzlich das gehärtete Präparat Aufschluss gab. An Krebsscheeren, die man noch lebend in absoluten Alkohol eingelegt hat, dringt nämlich das Härtungsmittel wegen der festen Schalenbekleidung nur langsam ein. Dadurch kommt es, dass die zunächst der Schale gelegenen Theile der Fibrillen in contrahirtem Zustand hart werden, da der Reiz, den der Alkohol ausübt, sie zur Contraction bringt. Die weiter nach der Mitte der Scheere gelegenen Theile dagegen sind schon abgestorben, wenn der Alkohol bis zu ihnen dringt, und verbleiben daher im Ruhezustand. Isolirt man nun kleine Theile solcher Fasern, so sieht man (Fig. 19) auf die ruhende Stelle eine verschieden lange folgen, welche ganz homogen und glänzend ist, aber durchaus keine Struktur zeigt, an welche sich dann wieder das sogleich zu beschreibende Bild des contrahirten Muskels schliesst. Der Uebergang ist aber, wie auch auf der Zeichnung zu sehen, kein plötzlicher, sondern ein allmähliger, sowohl an der ruhenden, wie an der contrahirten Seite. Früher hatte ich diesen Theil der Muskelfaser stets ausser Acht gelassen, und als schlecht conservirt übersehen, und ich bin gewiss, dass es vielen

andern Beobachtern ebenso gegangen ist. Denn ist man erst an dieses Verhalten aufmerksam geworden, so findet man es an einer so grossen Menge von Fasern, dass es unbegreiflich erscheint, wie man dieses constante Vorkommen übersehen konnte. Eine nicht geringe Anzahl von Forschern hat auch wirklich schon erwähnt, dass nicht selten ein vollkommen homogenes Aussehen der Muskelfasern vorkommt, ich brauche nur z. B. auf die Handbücher von Kölliker und Frey zu verweisen —, doch gelang es bis jetzt noch nicht, den Schlüssel zu diesem Verhalten zu finden, wesshalb es eigentlich stets nur als Curiosum erwähnt ist.

Nachdem ich nun so einen Anhaltspunkt für weitere Untersuchungen am lebenden Muskel gefunden hatte, wandte ich mich wieder diesem zu, und kam jetzt nie wieder in Verlegenheit bei der Deutung der bezüglichen Bilder. Stets fand ich nun, dass man die drei Stadien: Ruhe. Auflösung, Contraction auf einander folgen sieht.

Die breiten Bänder der contractilen Substanz, werden zuerst etwas schmaler und dunkler, wie es auch Hensen schon beschreibt und abbildet (l. c. p. 7 und Fig. 4), dann verschwinden sie gänzlich und mit ihnen jede Andeutung von Querstreifung. Zuletzt erst verbreitert sich die Faser und es treten die enger zusammengerückten Streifen des Contractionszustandes auf. An frischen Muskeln aber, welche von rasch sich folgenden, kräftigen Contractionswellen durchlaufen werden, ist das Zwischenstadium nur auf ein oder wenige Muskelelemente ausgedehnt und die Beobachtung ist sehr schwierig und erfordert viele Aufmerksamkeit und gute Mikroskope. Verliert die Faser dann etwas an Lebenskraft, so geht die Contraction langsamer vor sich und es zeigt immer eine beträchtliche Strecke das jeweilige Stadium. Zuletzt, wenn der Muskel am Absterben ist, contrahiren sich nur noch einzelne Theile, oft nur die eine Seite der Faser, und die Bilder, die man von solchen Präparaten bekommt, sind die instructivsten.

Reisst man einer Fliege ein Bein aus, so findet man oft unter den heraushängenden Fasern solche, die, wahrscheinlich durch den Reiz, den das Abreissen verursacht, nur zwischen Contraction und homogenem Zwischenstadium wechseln, wo die breiten Bänder des ruhenden Muskels überhaupt nicht wiederkehren. Dieser Zustand wurde schon von Montgomery [1]) beobachtet und sehr treffend

1) Centralblatt f. med. Wissensch. 1870. Nr. 411, p. 163.

beschrieben. Allerdings fand dieser Autor keine Erklärung und nannte den Vorgang wohl desshalb „unheimlich“. Es hielt auch die krümeligen und flockigen Massen, die hier ebenso, wie in den Thoraxmuskeln der Insekten vorkommen, fälschlich für sarcous elements. Diese Gebilde kommen nur desshalb in dem Zwischenstadium deutlicher zum Vorschein, weil sie nicht mehr durch die Querstreifung verdeckt sind.

Es könnte nun scheinen, als ob ein solches Zwischenstadium ganz nutzlos wäre, wenn doch zum Zustandekommen der schliesslichen Contraction die Querstreifung wieder erscheint. Um das Phänomen in seiner ganzen Bedeutung zu erklären, ist es nöthig erst den contrahirten Zustand genau zu betrachten.

Zerzupft man eine gehärtete contrahirte Faser in möglichst feine Fibrillen, so findet man ein der uncontrahirten Faser sehr ähnliches Bild. Dickere Querstreifen wechseln mit einer feineren Querlinie regelmässig ab. Die Querlienie halbirt hier wie dort die helle, einfach brechende Substanz; nur sind die Querstreifen weit stärker lichtbrechend, schmäler und näher zusammengerückt, als im ruhenden Muskel. Benutzt man nun aber Reagentien, besonders schwache Essigsäure, so kommt man zu dem überraschenden Resultat, dass die Querstreifen jetzt um die Endscheiben gruppirt sind, während die Mittelscheibe vollkommen frei liegt. Wie oben gesagt, werden ja durch den Säurezusatz die Muskelelemente so aufgequellt, dass an der Stelle der Endscheiben Einziehungen, am übrigen Theil dagegen Ausbauchungen entstehen. Diese einfache aber ganz unfehlbare Probe genügt stets, um die Lage der verschiedenen Theile des Muskelelementes klar zu machen, und man sieht auf den ersten Blick, dass nun der Querstreifen nicht mehr, wie früher, in der Mitte zwischen zwei Einziehungen, sondern an der Stelle der letzteren selbst liegt (Figg. 13, 14, 19 B)[1]. Nun könnte man mir aber den Einwurf machen, dass die contractile Substanz ihren Ort gar nicht verändert zu haben brauchte, sondern durch die Zusammenziehung so verdichtet worden sei, dass sie nun der Einwirkung der Essigsäure stärkeren Widerstand entgegenzusetzen vermöge, als die übrigen Theile und also ein Bild vortäusche, welches dem früheren ähnlich sieht, ohne jedoch dasselbe zu sein. Dieser Einwurf ist zu entkräften, wenn man Fasern aufsucht, bei

---

1) Vergl. Hensen l. c. Fig. 5 C.

denen das Zwischenstadium nur wenige Muskelelemente umfasst (Fig. 19 B). Die Essigsäure wirkt nämlich auf das Zwischenstadium ebenso gut, wie auf Ruhe und Contraction und man verfolgt also an solchen Präparaten sehr bequem die Einziehungen durch alle drei Stadien durch. Stets bleibt sie an derselben Stelle und nur die contractile Substanz ist es, welche wechselt. Einen noch schlagenderen Beweis kann man an Fasern führen, welche während einer lebhaften Contraction plötzlich absterben, wie es oft beobachtet wird, wenn man Insekten, die schon längere Zeit getödtet sind, ein Bein ausreisst. Die Lebensfähigkeit ist hier am Erlöschen. Durch den gewaltigen Reiz des Durchreissens aber, werden die Muskeln zu einer letzten Kraftanstrengung angeregt, die aber nur ausreicht, um einen Theil der Muskelelemente zur Zusammenziehung zu bringen. Plötzlich erlischt das Leben vollständig und es entsteht ein Bild wie es in Fig. 13 gezeichnet ist. Hier sieht man den ruhenden Zustand ohne vermittelnden Uebergang in den contrahirten übergehen. Die Endscheibe, welche auf das letzte, etwas schmaler gewordene, breite Querband von ruhender, contractiler Substanz folgt, ist bereits etwas dicker und glänzender geworden und dann folgt sofort das Bild des contrahirten Muskels, d. h. stark glänzende Querstreifen, die auch hier am frischen Muskel schon durch Einziehungen der Randconturen gekennzeichnet sind, welche sich nach der ruhenden Seite hin in die Einziehungen an den Endscheiben fortsetzen. Derartige während des Lebens beobachtete Fasern sind natürlich ganz besonders beweisend für den Platzwechsel der contractilen Substanz bei der Zusammenziehung; doch ist man bei der Anfertigung dieser Präparate so vielen Zufälligkeiten ausgesetzt, dass oft tagelanges Suchen nöthig ist, ehe sich ein brauchbares Bild findet. Viel bequemer beobachtet man die verschiedensten Stadien an gehärteden Fasern, wo günstige Präparate einen vortrefflichen Einblick in diese wenn auch einfachen, doch schwierig zu demonstrirenden Verhältnisse geben. Brauchbare Muskelfasern verschafft man sich ganz sicher, wenn man eine Fliege der Länge nach durchschneidet und so lange liegen lässt, bis das Leben scheinbar ganz erloschen ist. Dies pflegt in 1—2 Stunden der Fall zu sein. Dann legt man sie in absoluten Alkohol und untersucht nach der Härtung die im Thorax befindlichen Muskeln, welche das Bein bewegen. Diese haben sich nun meist nur in kleinen Theilen contrahirt, nur im Bereich einiger Querstreifen, oder die Contraktion ist nur bis zum homogenen Zwischenstadium gedie-

hen. Einige besonders instructive Präparate sind in den Figg. 15 bis 17 wiedergegeben. In Fig. 15 sieht man die breiten, bandartigen Streifen contractiler Substanz quer durch die ruhenden Theile der Faser gelegt. Die Längsschraffirung rührt von der Andeutung der Fibrillentheilung her. Plötzlich tritt nun in dieser ruhenden schön quergestreiften Faser eine Stelle auf (a), welche die Quersreifung verliert und wo es den Eindruck macht, als seien die Streifen zusammengeflossen. Nicht allein die feinen punctirten den Endscheiben entsprechenden Linien sind verschwunden, sondern auch die breiten Streifen fehlen, oder wie man es dem Ansehen nach richtiger ausdrücken könnte, Alles ist nur contractile Substanz. Wenn nun diese, wie es hier der Fall ist, die Muskelelemente vollständig ausfüllt, so ist es klar, dass die Endscheiben sowohl, wie die Mittelscheibe unsichtbar sein müssen, da sie von der stärker lichtbrechenden contractilen Substanz vollkommen verdeckt sind. Es ist dies das homogene Zwischenstadium, der Beginn der Contraction. Sehr instructiv ist das Präparat auch desshalb, weil einige Querstreifen noch theilweise erhalten sind. Das Bild macht wirklich den Eindruck einer allmählig um sich greifenden Auflösung. Ein etwas weiter gediehenes Stadium der Erregung zeigt sich an einer andern Stelle dieser Faser (b). Hier sind drei Querstreifen in den Process einbezogen. Die beiden äusseren sind an der der ruhenden Seite zugewandten Hälfte noch nahezu intact, nur etwas homogener geworden. An den Stellen jedoch, wo der mittlere Querstreifen von den beiden Bändern heller Zwischensubstanz flankirt sein sollte, fehlt diese nicht nur, sondern ist sogar sehr dunkelen, stark lichtbrechenden Streifen gewichen. Die Ablagerung der contractilen Substanz an den Endscheiben hat also begonnen, doch ist sie noch nicht soweit gediehen, dass sie ausschliesslich an der Endscheibe localisirt wäre, sondern die ganze Masse ist ausserdem noch homogen, auch ist noch keine Veränderung in der Höhe und Breite der einzelnen Elemente wahrzunehmen. Dies ist jedoch der Fall in der nächsten Figur 16. Hier ist mit einer Verbreiterung der ganzen Faser zugleich ein näheres Zusammenrücken, wie auch eine Verdickung der einzelnen Streifen, die auch hier wieder an Stelle der ehemaligen hellen Zwischensubstanz liegen, zu bemerken. Der vollkommen contrahirte Zustand ist jedoch auch hier noch nicht eingetreten, die ganze im Anfang der Contraction befindliche Partie ist noch dunkler gefärbt. Erst wenn zwischen den stark glänzenden,

näher aneinander gerückten Querstreifen wieder die jetzt an der wohl sichtbaren Mittelscheibe befindliche helle Flüssigkeit auftritt (Fig. 17) ist die Contraction vollendet und der Muskel in grösstmöglicher Verkürzung. Noch schöner und auf einen kürzeren Raum zusammengedrängt beobachtet man diese Vorgänge an den enggestreiften Muskeln vom Schwanze oder den Beinen des Flusskrebses. Hier kann man oft Fibrillen, oder wenigstens kleine Muskelpartieen isoliren, welche ebenfalls ganz partielle vollständige Contraction zeigen (Fig. 21), wo auch den Muskel durchlaufende Contractionswellen, durch den zugesetzten Alkohol fixirt, stehen geblieben sind. Hier sieht man die Faser an der contrahirten Stelle spindelförmig geschwellt und nach beiden Seiten in die ruhende Gestalt übergehen. Leider sind diese schönen Präparate so eng gestreift und von so zartem Bau, dass Mittel- und Endscheibe auch bei sehr starker Vergrösserung meist nicht zu sehen sind.

Was nun noch die Form- und Grössenverhältnisse der Muskelelemente in den verschiedenen Stadien betrifft, so ist es mir gelungen, an Thoraxfibrillen durch direkte Messung nachzuweisen, dass die dem Beschauer zugekehrte Fläche des contrahirten Elementes trotz der veränderten Form ganz dieselbe Grösse zeigt, wie beim ruhenden Muskel. Da nun die Veränderung eine in allen Theilen gleichmässige ist, so lässt sich aus dem Verhalten dieser einen Fläche mit einiger Wahrscheinlichkeit der Schluss ziehen, dass der ganze Rauminhalt ebenfalls der gleiche bleibt, obgleich ja natürlich zu einer wirklich exacten Bestimmung noch die Messung einer zweiten Dimension erforderlich ist.

Die Formveränderung welche die Muskelelemente im Zwischenstadium erleiden ist eine sehr eigenthümliche. Wenn nämlich der homogene Zustand über eine grössere Zahl derselben ausgedehnt ist, so bemerkt man eine Verschmälerung des Muskels an dieser Stelle (Fig. 14, 19 A), während man doch eigentlich erwarten sollte, dass schon hier eine die Contraction vorbereitende Verbreiterung stattfinden musste. Ich mache diese Beobachtung sehr häufig an gehärteten Fasern von verschiedenen Thieren, ob aber im Leben eine gleiche Verschmälerung stattfindet, kann ich nicht mit Sicherheit sagen, da es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, eine bestimmte Stelle einer Faser während der Bewegung genau zu messen. So bedeutend ist jedenfalls der Dickenunterschied nicht, dass man ihn an einer in Bewegung befindlichen Faser, wo eben dieser Vorgang

doppelte Vorsicht nöthig macht, ohne Massstab deutlich wahrnehmen könnte. Ich ziehe es daher vor, Deutungen dieser Beobachtung vorerst zu unterlassen, bis ich mich auch an der lebenden Faser genau unterrichtet habe.

Die Höhe eines in mittlerer Contraction erhärteten Muskelelementes beträgt ziemlich genau die Hälfte des Extensionsstadiums, die Breite das Doppelte; doch kann die Zusammenziehung so weit kommen, dass eine contrahirte Stelle nahezu homogen erscheint, indem die Querstreifen bis zum völligen Verschwinden der hellen Zwischensubstanz aneinander rücken. Diese excessive Art der Contraction halte ich im Leben nicht für möglich und glaube, dass sie der Wirkung des erhärtenden Reagens zuzuschreiben ist; denn man beobachtet derartige Stellen niemals an Muskeln, die in ihrer natürlichen Lage erhärtet sind, sondern immer an solchen, die an der einen oder an beiden Seiten abgeschnitten in die Conservirungsflüssigkeit gebracht sind.

Was nun die Querstreifen, d. h. die Form der contractilen Substanz anlangt, so findet man sie in contrahirtem Zustand ganz erheblich schmaler und dunkler, als an der ruhenden Faser. Ihre Höhe beträgt kaum ein Viertel von der der ruhenden Querstreifen. Was nun aber die contractile, feste Substanz an Breite verloren, hat die helle, flüssige Zwischensubstanz an Mächtigkeit gewonnen. Sie erscheint breiter, als in der ruhenden Faser und gibt dadurch den beiden Stadien ein völlig verschiedenes Ansehen. Ganz sicher lassen sich diese Beobachtungen freilich nur an isolirten Fibrillen machen, indem eine unversehrte Faser hierzu viel zu dick ist. Durch nicht ganz horizontale Lagerung oder eine geringe, gegenseitige Verschiebung der einzelnen Elemente, oder irgend andre Dinge getäuscht, nimmt man gewöhnlich die Höhe der contrahirten Querstreifen viel zu bedeutend an (Fig. 14). Isolirte Fibrillen, selbst schon kleinere, abgespaltene Fibrillenconvolute lassen, wie gesagt, keinen Zweifel und keine Täuschung zu. Die Eigenschaft, die man hier stets bemerkt, dass die Querstreifen den Rand des Fasertheiles überragen (Fig. 19) und an einzelnen Fibrillen sogar wie knotige Anschwellungen aussehen, möchte ich für rein optisch halten, da sich in der unversehrten Faser durchaus nichts findet, was auf eine derartige Anschwellung hindeutet.

Nachdem ich nun den so merkwürdigen Vorgang der Zusammenziehung des Muskels in allen Theilen beschrieben, füge ich noch

zum Schluss diejenigen Folgerungen bei, welche sich bezüglich des Aggregatzustandes des Inhaltes der einzelnen Muskelelemente ergeben.

Die allgemeine Ansicht lässt die contraktile Substanz aus einer festen Masse bestehen, und gar manche Beobachter übersetzen die Molekulartheorie in sehr grobe Formen. Soviel aus der Beobachtung hervorgeht, besteht die contractile Substanz aus einer gleichartigen, quellbaren Masse, die in verschiedenen Stadien der Action verschieden stark mit Flüssigkeit geschwängert ist, etwa wie Leim, der auch entweder ganz trocken und hart, oder nach Wasseraufnahme mehr oder weniger gallertartig werden kann.

Die contractile Substanz der ruhenden Faser halte ich für nicht vollkommen fest, d. h. trocken, sondern glaube, dass sie einen Theil der nebenliegenden Flüssigkeit aufgenommen hat und also von einer festweichen, mehr gallertartigen Beschaffenheit ist. Wenn nun das Zwischenstadium eintritt, quillt die contractile Substanz noch mehr und zwar so stark, dass sie die ganze in dem betreffenden Fach befindliche Flüssigkeit aufnimmt. Es entsteht dadurch natürlich ein vollkommen homogenes Ansehen der in Action treten den Stelle, welches dann allmählig wieder dem quergestreiften Aussehen weicht, wenn die contractile Substanz beginnt, sich an de Endscheibe zu sammeln. Sie drängt sich von beiden Seiten so dick und fest an dieselbe heran, als nur möglich und sucht mit möglichst vielen ihrer Moleküle mit der Endscheibe in Berührung zu komme. Dadurch wird erstens erreicht, dass die contractile Substanz die ihr zu Gebote stehende Berührungsfläche so weit als thunlich, vergrössert, es wird also eine Verbreiterung der Faser entstehen. Ud dann werden die Moleküle, die an der eigentlichen Berührungsfläche keinen Platz finden, sich so viel wie möglich den begünstigten anschmiegen, wodurch ein sehr vollständiges Auspressen der aufgenommenen Flüssigkeit und eine Verdichtung und ein Festerwerden der contractilen Substanz stattfinden wird.

Die Dichtigkeit der contractilen Substanz des ruhenden und contrahirten Muskels ergibt sich aus der oben erwähnten, au directe Messung basirten Beobachtung, dass in der Ruhe die contractile Substanz die ausfüllende Flüssigkeit an Menge weit überiegt, während beim thätigen Muskel gerade das Gegentheil der Fall ist.

Ein sicherer Beweis über die Art der Umwandlung des ru-

henden in den contrahirten Zustand war damit nicht gegeben, sondern es fehlte noch das vor Allem wichtige, homogene Zwischenstadium, welches — wenn es sich anders mit Sicherheit auf seinen Aggregatzustand untersuchen lässt, — die besten Aufschlüsse geben muss. Es gelingt in der That durch Anwendung des polarisirten Lichtes den gewünschten Aufschluss zu erhalten. Nach Brücke's Entdeckung sind die Querstreifen der contractilen Substanz doppeltbrechend. Es ist dies ebenso der Fall bei den contrahirten Muskeln, wie bei den ruhenden, was sich besonders schön an sehr dünnen Lagen von Muskelsubstanz und bei Einschaltung eines das Gesichtsfeld färbenden Gypsplättchens zeigt. Die Vergrösserung, unter welcher man die Polarisation vornehmen kann, muss eine relativ sehr starke sein, da schwächere Linsensysteme eine befriedigende Auflösung der schmalen contrahirten Querstreifen nicht zulassen. Nur die ganz vorzüglich schönen, starken Systeme von Winkel in Göttingen gaben mir Licht genug, um bei einer Vergrösserung von 600—800 mit gekreuzten Nicols arbeiten zu können. Dicke Faserbündel kann man freilich leicht auch unter andern starken Vergrösserungen untersuchen, allein diese sind durch Spiegelung oder Verschiebung der einzelnen Elemente, oder was es sonst für Ursachen sein mögen, so gleichmässig durchleuchtet, dass nur sehr unsichere und nicht gut verwendbare Bilder zu Stande kommen.

Feine abgespaltene Theile einer Faser zeigen aber, wenn also, wie gesagt, das Licht stark genug ist, eine sehr schöne Abwechselung von hell und dunkel oder wenn man das Gesichtsfeld färbt, von den bezüglichen Complementärfarben. Beim ruhenden Muskel ist, wie ebenfalls von Brücke schon beobachtet wurde, ausser dem breiten Band der contractilen Substanz auch die Querlinie, die der Endscheibe entspricht, doppeltbrechend, und man sieht stets an dünnen Parthieen bei z. B. grünem Gesichtsfeld, breite und schmale rosa Streifen in zierlichster Weise abwechseln. Anders ist der contrahirte Zustand; hier erscheinen nur die schmalen Streifen contractiler Substanz hell oder complementär gefärbt, während alles Uebrige dunkel resp. von der Farbe des Gesichtsfeldes ist. Die Mittelscheibe ist auch mit den schärfsten Systemen und bei gespanntester Aufmerksamkeit niemals zu sehen, man muss sie also, im Gegensatz zu der Endscheibe, als einfachbrechend bezeichnen; ein Resultat, welches durchaus nicht überraschen kann, da ja erstere nur

aus einer dünnen einfachen Membran besteht, während letztere mit einer dicken Lage Kittsubstanz versehen ist.

Was nun aber das wichtige Zwischenstadium betrifft, welches Aufschluss über den Aggregatzustand der contractilen Substanz geben soll, so findet man sie in polarisirtem Lichte ebenso, wie ausserdem völlig homogen und durchaus doppeltbrechend. Da nun aber flüssige, doppeltbrechende Körper sich dadurch auszeichnen, dass sie beim Drehen der Nicol's die Farbe verändern, während feste Körper einfach zwischen hell und dunkel wechseln, so ist Nichts einfacher, als den Aggregatzustand dieses Stadiums zu bestimmen. Es findet sich ein einfacher Farbenwechsel, folglich ist man berechtigt, eine feste resp. gallertartige Beschaffenheit dieser Substanz anzunehmen. Denn völlig fest kann ja der Inhalt des Muskelelementes in dem besprochenen Stadium nicht sein, da er aus einer gleichmässigen Mischung flüssiger und fester Bestandtheile besteht. Noch viel weniger kann aber natürlich die contractile Substanz in der Ruhe oder Contraction flüssig sein, da sie ja also, wie gezeigt, nach Aufnahme von Flüssigkeit noch fest genannt werden muss.

Fasse ich nun schliesslich die Resultate der vorliegenden Arbeit noch einmal kurz zusammen, so sind sie folgende:

1) Ein einfaches Muskelelement der Arthropoden besteht aus einer membranösen Hülle, welche sich stets gleich bleibt und einem Inhalt, der seine Zusammensetzung und Lage ändert.

2) Die Hülle ist röhrenförmig und jederseits durch eine Endmembran geschlossen. Diese geschlossene Röhre wird durch eine mit der Seitenwand verwachsene Mittelscheibe in zwei von einander völlig getrennte Fächer getheilt.

3) Jedes dieser Fächer enthält feste, contractile Substanz und Flüssigkeit.

4) In ruhendem, wie in contrahirtem Zustand liegt immer die contractile Substanz eines Faches der contractilen Substanz eines andern Faches an. In der Ruhe berühren sich die beiden contractilen Hälften eines und desselben Muskelelementes, nur durch die Mittelscheibe getrennt, während im thätigen Muskel die contractile Substanz an beide Endscheiben rückt und dadurch in Contact mit der contractilen Substanz des nächstoberen und nächstunteren Elementes tritt.

5) Dieser Platzwechsel geschieht durch Vermittelung eines Zwischenstadiums, in welchem die sonst so scharfe Trennung von

flüssigem und festem Inhalt aufgehoben ist, und eine innige Mengung der beiden Substanzen stattfindet.

Die Wichtigkeit der vorstehenden Beobachtungen für die Physiologie braucht nicht hervorgehoben zu werden und ich will es berufeneren Händen überlassen, die für diese Wissenschaft daraus resultirenden Folgerungen zu ziehen.

Bei der Gruppe der Wirbelthiere sind die Verhältnisse im Wesentlichen genau die gleichen, wie bei den Arthropoden und es werden dieselben den Gegenstand einer in Bälde erscheinenden zweiten Abhandlung bilden.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Abbildungen bedeutet:

e : Endscheibe.

m: Mittelscheibe.

c: contractile Substanz (doppeltbrechende Substanz).

Z: Zwischenstadium.

R: Ruhezustand.

C: Contrahirter Zustand.

Fig. 1. Thoraxfibrille von Musca vomitoria lebend. Ruhezustand.

Fig. 2. Dieselbe contrahirt.

Fig. 3—6. Thoraxfibrillen von Musca vomitoria frisch, noch lebend in absoluten Alkohol gelegt, sämmtlich gezerrt.

Fig. 7. Thoraxfibrille von Musca vomitoria aus Alcohol, nur End- und Mittelscheiben sind deutlich.

Fig. 8. Thoraxfibrille von Musca vom. mit Essigsäure behandelt (aus Alkohol). Die Seitenmembran ist ausgebaucht. An Stelle der Endscheiben tiefere, an Stelle der Mittelscheiben flachere Einziehungen.

Fig. 9. Thoraxfibrille von Musca vom. mit Cupr. sulf. behandelt. Die Seitenmembranen sind eingefallen. Die Mittelscheibe hat sich verkürzt.

Fig. 10. Thoraxfibrillen von Musca vom. aus 50 $^0/_0$igen Alkohol. Isolirte Muskelelemente. A vor, B nach Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 11. Beinmuskelfaser von Musca vom. mit Essigsäure behandelt. An zwei Stellen eingerissen. Die Endscheibe ist durch Krümeln verdeckt, die hier wie in den Thoraxmuskeln vorkommen und als Reste fötaler Zellen aufzufassen sind. A. Zellenstränge,

Fig. 12. Musca vomit. Beinmuskelfaser, lebend und in der Contraction begriffen. Ruhe, Zwischenstadium und Contraction sind zu sehen.

Fig. 13 wie Fig. 12. Das Zwischenstadium fehlt, oder ist, besser ausgedrückt, auf ein halbes Muskelelement beschränkt.

Fig. 14. Musca vom. Beinmuskelfaser. Aus Alcohol. Auch hier sind die drei Stadien in grosser Ausdehnuug sichtbar.

Fig. 15. Musca vom. Im Thorax gelegene, den Schenkel bewegende Muskelfaser. Aus Alkohol. Bei A ist der Ruhezustand durch das Zwischenstadium unterbrochen. Ebenso bei B, wo der Contractionsvorgang schon etwas weiter vorgeschritten ist.

Fig. 16 wie Fig. 15. Bei A ist die Contraction nahezu vollendet.

Fig. 17 wie Fig. 15. Bei A ist die Contraction vollendet.

Fig. 18. Musca vom. Im Thorax befindlicher Beinmuskel. Aus 50% Alkohol. Isolirte Elemente in Ruhezustand.

Fig. 19. Astacus fluviatilis. Scheerenmuskel. Aus Alkohol. Die drei Stadien von der Ruhe bis zur Contraktion sind zu sehen. A ohne weitere Behandlung in Glycerin liegend. B. mit Essigsäure behandelt.

Fig. 20 wie 19. Ruhezustand. Gezerrt. Durch die Zerrung sind die Endscheiben auseinandergerückt und zwischen ihnen kommt als dunkler Streif die sie verbindende Kittsubstanz (K) zum Vorschein.

Fig. 21. Astacus fluv. Schwanzmuskel. Aus Alkohol. In der ruhenden Fibrille kommen spindelförmig angeschwollene contrahirte Stellen vor.

Fig. 22. Schema der ruhenden und contrahirten Muskelelemente. A. Ruhezustand. Die zwei Hälften contractiler Substanz liegen der Mittelscheibe zu beiden Seiten an. B. die contractile Substanz hat die Mittelscheibe verlassen und hat sich an die Endscheiben begeben.

Ueber die Membran der Milchkügelchen.

Von

Dr. **C. Schwalbe,**

Privatdocenten in Zürich.

Angeregt durch die Arbeit von Kehrer über Milchcasein und Michkügelchen [1]) habe ich die Frage über die Michkügelchenmembran der Kuhmilch einer eingehenden Untersuchung unterworfen und bin zu den folgenden Resultaten gelangt. Kehrer's Beweise für die Abwesenheit einer Membran halte ich nicht für genügend. Der einfache Versuch Kehrers, auf einen kleinsten Milchtropfen nach und nach einige Tropfen Aether zu träufeln und verdunsten zu lassen, hat mir niemals deutliche Fetttropfen und Fettkrystalle gezeigt. Man sieht allerdings in der Umgebung des Milchtropfens nach dem Verdunsten unregelmässige fettähnliche Flecke; diese sind aber Kohlenwasserstoffe, welche in dem Aether gelöst sind und in demselben regelmässig vorkommen, wenn er nicht sehr häufig destillirt ist. Der Aether, welcher in den Laboratorien und Apotheken gewöhnlich gebraucht wird, enthält diese Kohlenwasserstoffe. Durch die von Max Schultze angegebene Osmiumreaction kann man die Fette von diesen Kohlenwasserstoffen unterscheiden. Die Kohlenwasserstoffe werden nur sehr matt gefärbt, die Fette intensiv braun bis schwarz. Auch die Fettkrystalle, welche Kehrer in der Peripherie eines kleinsten Milchtropfens beobachtet hat, habe ich nicht mit Sicherheit constatiren können. Man sieht allerdings häufig Büschel mit drei bis vier Strahlen, aber diese Büschel sind getrocknete Albuminate. Bisweilen, aber selten nehmen auch die erwähnten Kohlenwasserstoffe eine büschelförmige Form an. Hat man aber durch längere Zeit andauernde Aetherextraction Fett ausgezogen

1) Archiv für Gynäkologie II. 1871, p. 1—28.

und vergleicht die büschelförmigen Krystalle aus diesem Extract mit den nach Kehrer's Methode entstandenen, so wird man leicht den Unterschied sehen. Das Milchfett kann allerdings durch Aether allein extrahirt werden, aber nicht schnell, wie ich weiter unten zeigen werde. Nach der Aethereinwirkung sind die Milchkügelchen noch sehr gut zu erkennen und geben ihre gewöhnliche Osmiumreaction; selbst nach mehrstündigem Trockenstehen kann man durch Zusatz von Wasser noch einen grossen Theil der intacten Milchkügelchen wieder zur Anschauung bringen.

Auch der zweite Beweis Kehrer's für die Nichtexistenz der Milchkügelchenmembranen ist nicht genügend. Setzt man zu einem kleinsten Tropfen Milch, welcher mit einem Deckglase bedeckt ist, Aether, so quellen allerdings die Milchkügelchen auf; sie platzen, verschwinden oder verschmelzen aber nicht, wie Kehrer meint; die Kügelchen, welche verschmelzen, verschwinden und platzen sind Luft- und Aethergasblasen. Man kann die Milchkügelchen durch die Osmiumfärbung sehr leicht von denselben unterscheiden. Wenn man die Vorsicht gebraucht, den Aetherstrom so langsam wie möglich einwirken zu lassen, so dass die Milchkügelchen nicht fortgeschwemmt werden, so kann man das Fortbestehen der Kügelchen stundenlang beobachten und immer durch die Osmiumreaction sicher nachweisen. Die schwierige und unsichere Beobachtung bei Zusatz von Aether ist eine allgemein bekannte; Chloroform und Schwefelkohlenstoff zeigen dieselben Uebelstände.

Viel günstiger gestalten sich die Bedingungen für die Aethereinwirkung auf Milch, wenn man Milch und Aether in einem zugekorkten Fläschchen zusammenbringt und öfter umschüttelt. Untersucht man nach einigen Tagen, so findet man zwei Schichten, eine obere hauptsächlich aus Aether bestehend und eine untere aus Milch. Die Milch zeigt eine gallertartige Beschaffenheit. In den unteren Schichten des Aethers findet man zahlreiche gequollene Milchkügelchen, welche sich durch Osmiumsäure braun färben. Hie und da zeigt sich Schrumpfung der sich färbenden Fettkugel und die Membran derselben ist in deutlichen Falten sichtbar. Untersucht man einige Tage später, so findet man gequollene Milchkügelchen, welche keine Osmiumfärbung geben, wo also das Fett ausgezogen ist und wo nun die Osmiumsäure deutlich die Membran der Milchkügelchen sichtbar macht, entweder durch regelmässige, sich ganz der runden Form anpassende Conturen, oder, wenn die Kügel-

chen ungünstiger platzen, durch unregelmässige Membranfetzen. Man kann diesen Vorgang genau unter dem Mikroskop verfolgen und sich so überzeugen, dass die Membranreste dem betreffenden Milchkügelchen angehören. In der Milchschicht findet man dann immer noch Kügelchen, welche deutliche Fettosmiumfärbung zeigen. Nach öfterem Wechsel des Aethers hat man fast sämmtliches Fett ausgezogen, das man durch Verdunsten des Aethers leicht darstellen kann; aber selbst nach 4 Wochen zeigen sich in dem weisslichen Milchdetritus noch einzelne Milchkügelchen, welche Osmiumfärbung annehmen. Ausserdem sieht man in dem Detritus doppeltcontourirte Milchkügelchenmembranen und einige schön ausgebildete Büschel von Fettkrystallen. Auf die Veränderungen, welche hierbei das Casein erleidet, will ich hier nicht näher eingehen.

Man kann sich die sämmtlichen Stadien der Aether- und Osmiumeinwirkung auf die Milchkügelchen sehr leicht auf einmal verschaffen, wenn man in einem Fläschchen über ein Quantum Milch die gleiche Menge Aether bringt, nicht schüttelt, zustopft und nach 8—14 Tagen untersucht. Man hat dann drei Schichten, eine oberste Aetherschicht mit schon von Fett befreiten Milchkügelchen, eine gallertig gequollene Milchschicht, welche noch viele durch Osmium sich färbende Milchkügelchen enthält, von denen ein Theil die Membranfaltungen zeigt, und eine dritte unterste nur wenig veränderte Milchschicht, in welcher die Milchkügelchen auch schon mehr oder weniger gequollen sind und das erwähnte Verhalten gegen Osmiumsäure zeigen. Mit der Pipette kann man natürlich aus jeder verschiedenen Schicht die Proben erhalten.

Will man sich schnell und sehr deutlich von der Gegenwart einer Membran überzeugen, so empfehle ich folgende Methode. Man nimmt 1 Vol. Milch, 3 Vol. destillirtes Wasser und setzt so viel Salzsäure zu, dass das Verhältniss der Salzsäure zur Flüssigkeit 1 : 500 beträgt. Darauf bringt man über diese Milch ein gleiches Vol. Aether und untersucht nach 12—24 Stunden. Setzt man Osmiumsäure unter dem Mikroskop hinzu, so sieht man sehr schön, wie in der gequollenen Milchkugel die sich färbende Fettsubstanz sich zusammenzieht und eine dünne in Falten gelegte Membran auf das Deutlichste sichtbar werden lässt. Durch Erregung von schwachen Strömungen lässt sich das Kügelchen mit seiner Membran sehr leicht von allen Seiten betrachten.

Bringt man Milch über Schwefelkohlenstoff in ein geschlosse-

nes Gefäss und schüttelt nicht, so ist nach einigen Wochen die Milch geronnen, zeigt oben die Butterschicht; aber an der Grenze zwischen Milch und Schwefelkohlenstoff eine dünne Schicht, wie Kalkmilch aussehend. Diese weisse Schicht besteht aus etwas gequollenen, ungemein stark lichtbrechenden Milchkügelchen, welche Schwefelkohlenstoff aufgenommen haben, wie man durch die Jodreaction sehr leicht nachweisen kann. Schüttelt man Milch mit Schwefelkohlenstoff in geschlossener Flasche, so ist nach einigen Tagen die ganze Milch in einen kalkmilchartigen Bodensatz und Serum umgewandelt; eine Coagulation des Caseins hat aber nicht Statt gefunden; noch nach mehreren Wochen kann man das Casein durch Essigsäure etc. coaguliren.

Man kann die durch Schwefelkohlenstoff mässig aufgequollenen Milchkügelchen durch Schütteln leicht in Wasser suspendiren und so mit geringen Quantitäten eine sehr intensiv milchweiss gefärbte Flüssigkeit darstellen; die Kügelchen senken sich aber nach kurzer Zeit wieder zu Boden. Setzt man Osmiumsäure hinzu, so tritt Färbung ein. Setzt man Aether hinzu, so bildet sich eine gallertartige Masse, in welcher die Milchkügelchen liegen. Diese nehmen Aether auf, geben Schwefelkohlenstoff ab, verlieren ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und sehen bald, ungefähr nach einer Stunde den Milchkügelchen gleich, auf welche nur Aether gewirkt hatte; sie werden durch Osmiumsäure braun gefärbt. Nach ungefähr 12 Stunden werden die Milchkügelchen nicht mehr gefärbt; die Fette sind durch den Aether ausgezogen; es zeigt sich aber deutliche Schrumpfung der Milchkügelchenmembran. Schwefelkohlenstoff reducirt gleichfalls Osmiumsäure, zersetzt sich aber dabei, so dass Schwefelkohlenstoffkügelchen nicht wohl Milchkügelchen vortäuschen können.

Wenn man die Resultate dieser Untersuchungen recapitulirt, so geht ganz zweifellos aus denselben hervor, dass die Milchkügelchen ausser aus Fett noch aus einer anderen Substanz bestehen, höchst wahrscheinlich einen Eiweisskörper. Ausserdem kann man mit Sicherheit annehmen, dass diese chemisch differente Substanz sich auf der Oberfläche des Kügelchens befindet, dasselbe also membranartig umgiebt. Dafür sprechen die doppelten Contouren, welche man an den von ihrem Fett befreiten Kügelchen nach Osmiumsäurezusatz bemerkt; dafür spricht die in Falten gelegte Membran, welche man um das durch Osmium gefärbte Fett bei dem Versuche

mit Salzsäure und Aether beobachtet. Dafür spricht die langsame Diffusion des Fettes aus den Milchkügelchen in den Aether, da freies Butterfett vom Aether ungemein schnell gelöst wird. Dafür spricht die Diffusion des Schwefelkohlenstoffs in das Kügelchen und aus dem Kügelchen wieder zu dem Aether, ohne dass das Fett, welches doch in beiden Stoffen so leicht löslich ist, vollständig extrahirt ist. Indess will ich immerhin die Möglickeit zugeben, dass die vom Fett chemisch differente, wahrscheinlich eiweissartige Substanz auch in das Innere zwischen das Fett sich fortsetze, obgleich alle Versuche die Existenz eines solchen Stromas, ähnlich dem der rothen Blutkörperchen, nachzuweisen ohne Erfolg geblieben sind.

Noch einmal möchte ich hervorheben, dass die obigen Angaben sich nur auf Kuhmilch beziehen.

Zürich, Ende September 1871.

Die angeblichen Terminalkörperchen an den Haaren einiger Säugethiere.

Von

Dr. Ludwig Stieda,

Prosector und ausserordentlicher Professor in Dorpat.

Kürzlich hat Dr. Jos. Schöbl in Prag eigenthümlich gebaute Körperchen an den Wurzeln der Haare bei Fledermäusen und Hausmäusen beschrieben. Er benennt dieselben bei Fledermäusen Terminalkörperchen, bei Mäusen Nervenknäuel und fasst sie auf als Endorgane sensitiver Nerven (dieses Archiv Bd. VII; die Flughaut der Fledermäuse, namentlich die Endigung ihrer Nerven pag. 1—32 Taf. I—V und das äussere Ohr der Mäuse als wichtiges Tastorgan pag. 260—268 Taf. XXI—XXIV).

Schon lange mit Untersuchungen der Haut verschiedener Säugethiere beschäftigt, kenne ich auch die in Rede stehenden Gebilde; allein ich bin über dieselben zu einer ganz anderen Anschauung gekommen, als Schöbl. Ich habe bisher es nicht für nöthig erachtet gegen die von Schöbl vorgetragene Deutung aufzutreten, allein jetzt, da seine Ansicht von anderer Seite Unterstützung findet, zögere ich nicht mehr. Es hat sich ein anderer Forscher, nämlich Boll, mit Entschiedenheit für die Resultate der Untersuchung Schöbl's und dessen Deutung ausgesprochen. Der betreffende Passus lautet im Medicinischen Centralblatt 1871 No. 34 pag. 532 sie folgt: Ref. (Boll) dem sich neulich Gelegenheit bot, diese Angaben Schöbl's zu controliren, bestätigt die mit ausserordentlicher

Exactheit gegebene Darstellung Schöbl's in allen Puncten. Der Reichthum des Organs an Nervenfasern ist ein wahrhaft erstaunlicher. Uebrigens giebt es wohl kein Object, das sich so vorzüglich und bequem zur Demonstration von Nervenverästelungen und Nervenendkörperchen eignet, wie dieses."

Meiner Ansicht nach sind die eigenthümlichen Gebilde an den Haarwurzeln der genannten Säugethiere keine Terminalkörperchen, wie Schöbl und Boll meinen, sondern sogenannte Haarkeimſe d. h. aus Zellen gebildete Fortsätze der Haarscheide (Wurzelscheide des Haars), welche dazu bestimmt sind zu einem neuen Ersatzhaar zu werden. — Es soll die Aufgabe dieser Zeilen sein, meine Behauptung gegenüber derjenigen von Schöbl und Boll, Eingang und Verbreitung zu verschaffen.

Schöbl schildert die besagten Gebilde in der Flughaut der Fledermäuse in folgender Weise: unterhalb jeder Haarzwiebel liegt ein Terminalkörperchen, umschlossen von der Glashaut des Haarbalges. Das Körperchen hat die Gestalt eines kurzen Tannenzapfens mit etwas gerundeter Spitze; es besteht aus zwei Theilen; der Centraltheil oder Kern wird zusammengesetzt aus bisweilen pigmentirten Zellen, welche ihrer Genese nach den Zellen der Wurzelscheide, d. h. dem Rete Malpighii angehören; die Rinde bilden dicht gewundene oder verschlungene dunkelrandige Nervenfasern.

Aehnliche Gebilde hat Schöbl ferner am Ohr der Mäuse entdeckt und beschrieben. Es heisst in dem oben citirten Aufsatz: „unter der Haarzwiebel in jedem Haarbalg befindet sich eine mehr oder weniger conische Verlängerung, welche aus deutlich kernhaltigen Zellen besteht, die ihrer Grösse nach der Wurzelscheide angehören. Der ganze Fortsatz ist von der Glashaut des Haarbalges umhüllt." Nach Schöbl's Mittheilung ziehen nun von den den Haarbalg umkreisenden Nervenfasern 2—4 Fasern längs der conischen Verlängerung nach abwärts bis an das stumpf abgestutzte Ende desselben und bilden daselbst einen kreisrunden oder ovalen Nervenknäuel, welcher fast unmittelbar unter dem betreffenden Fortsatz liegt. In einigen Fällen glaubte Schöbl im Innern des Knäuels einige wenige Zellen von der Beschaffenheit der Zellen des Fortsatzes gesehen zu haben.

Es existirt nach dieser Beschreibung zwischen den Körperchen bei der Fledermaus und denjenigen der Maus ein kleiner Unterschied, während bei der Fledermaus eine Anhäufung von Zellen des Rete Mal-

pighii von Nervenfasern umsponnen wird, befinden sich bei der Hausmaus die aufgeknäuelten Nervenfasern unterhalb des zelligen Fortsatzes der Haarscheide. Durch die den beiden Abhandlungen Schöbl's beigefügten Abbildungen wird diese Beschreibung der Gebilde in entsprechender Weise illustrirt.

Schöbl hält nun die beschriebenen Gebilde für Endorgane der sensitiven Nerven, für sogenannte Terminalkörperchen und Boll schliesst sich ihm an.

Ich stimme im Wesentlichen der von Schöbl gelieferten Beschreibung bei, seiner Deutung durchaus nicht. Auch ich finde an den Haarwurzeln der Fledermäuse, der Hausmäuse und, wie ich hinzufügen kann, der Ratten und der Maulwürfe kugelige oder ovoide zellenhaltige Fortsätze der Haarscheide, welche von der Glashaut umgeben, in die Cutis hineinragen. Auch dass die Nervenfasern (und Blutgefässe) in reichlicher Menge zu jenem Fortsatz und dem Haarbalge hinzutreten, muss ich constatiren, wenngleich ich die regelmässigen Schlingen und Aufknäuelungen nicht so deutlich sah, als sie Schöbl zeichnet. In anderer Beziehung aber sind meine Resultate andere. Schöbl findet die Körperchen an allen Haaren der Flughaut der Fledermäuse und an allen Haaren des äussern Ohrs der Mäuse. Diesem muss ich widersprechen; ich habe mehr als einmal die Körperchen durchaus vermisst. Dagegen finde ich dieselben Gebilde sowohl bei den genannten Säugethieren, als auch bei anderen (Ratte, Maulwurf) an beliebigen Gegenden der Körperhaut, jedoch keineswegs bei allen Individuen.

Wie stimmt dieses inconstante und das verbreitete Vorkommen zu der Deutung der Körperchen als Endorganen sensitiver Nerven?

Ich meine, es erheben sich gewichtige Bedenken gegen die Auffassung der Körperchen als nervöse Terminalkörperchen von Seiten des Haars.

Wirft man einen Blick auf die von Schöbl gelieferten Abbildungen der Körperchen, so fällt etwas sofort auf, nämlich der Mangel einer Haarpapille; an beiden Tafeln (Taf. IV Fledermaus, Taf. XXIV Maus) ist von einer Haarpapille nichts sichtbar, die Haarzwiebel besitzt diejenige Form, welche man seit Henle mit dem Namen Haarkolben zu bezeichnen pflegt. Henle schreibt in seiner Eingeweidelehre pag. 21: „die Haarwurzel erscheint in zweierlei Formen: offen und hohl, so lange das Haar wächst, oder geschlossen und solid, wenn das Haar seine typische

Länge erreicht hat und sich zum Ausfallen anschickt.“ Ich habe an einem andern Orte (Reicherts Archiv Jahrgang 1867 p. 517) auf die Richtigkeit dieser im Allgemeinen wenig gekannten und wenig berücksichtigten Thatsachen aufmerksam gemacht. Es wird nun keinem Histologen, welchem die beiden Formen der Haarwurzel aus eigener Anschauung bekannt sind, entgehen, dass in den Abbildungen von Schöbl die Haarwurzel unzweifelhaft die Form des sogenannten Haarkolbens hat, d. h. eines Haars, welches sein Wachsthum vollendet hat. — Dass man an solchen mit einem Haarkolben versehenen Haaren jene Körperchen sitzen sieht, muss ich, wie bemerkt durchaus bestätigen. — Wie steht es aber mit der Anwesenheit der Körperchen an Haaren, welche auf einer Haarpapille sitzen? Hierauf giebt Schöbl direct keine Antwort; er hat die Körperchen an allen Haaren der betreffenden Körpergegenden jener Thiere gesehen. — Meine Untersuchungen geben mir eine Antwort: an denjenigen Haaren, welche eine offene Haarzwiebel und eine deutliche Haarpapille haben, finden sich niemals jene Körperchen.

Das Vorkommen der Körperchen an ausgewachsenen Haaren, das Fehlen derselben an noch wachsenden Haaren, das inconstante Vorkommen an Individuen derselben Species, und die Verbreitung über verschiedene Gegenden des Körpers — spricht durchaus gegen die Auffassung der Körperchen als Nervenendorgane. Warum sollten einzelne Individuen aller Endorgane beraubt sein, während andere an jedem Haar der ganzen Körperoberfläche ein Endorgan besitzen?

In einer früheren Abhandlung über den Haarwechsel (Reicherts Archiv 1867 pag. 517—541) habe ich auf Grund angestellter Untersuchungen die Behauptung aufgestellt, dass beim Haarwechsel das neue Haar oder Ersatzhaar nach Atrophie der alten Haarpapille sich bilde aus einer Zellenanhäufung welche sich als ein in die Cutis hineinragender Fortsatz der den Haarkolben umgebenden Haarscheide darstellt. Wenngleich meine Behauptung von Götte angegriffen worden ist und seither noch keine Bestätigung erfahren hat, so halte ich dennoch an derselben fest [1]).

Jene an der Haarwurzel befindlichen Körperchen lassen nun meiner Ansicht nach eine viel bequemere, leichtere und ungezwun-

---

1) Auf die zwischen Götte und mir existirenden Differenzen in Bezug auf die Bildung der Haare gedenke ich in einer anderen Mittheilung einzugehn.

gene Erklärung zu, wenn ich sie — wie in dem früher citirten Aufsatz geschehen ist — mit dem Haarwechsel in directe Beziehung bringe. Damals schrieb ich (Reicherts Archiv 1867 pag. 529): „In ganz ähnlicher Weise, wie beim Rennthier, bildet sich das neue Haar beim Rind und beim Kalb, ferner bei Nagern (Mäusen und Ratten), doch sind wegen der Kleinheit der Haare bei letzteren die Vorgänge schwieriger zu verfolgen. Doch deuten die kleinen stark pigmentirten Anhänge, welche ich seitlich oder unten an jedem Haarbalg sitzen sah, und welche sich wie der abgeschnürte Grund des Haarbalgs ausnahmen, auf eine gleiche Entwicklungsweise."

Der aus Zellen des Rete Malpighii bestehende Fortsatz der Haarscheide bei den genannten Säugern ist eben ein Haarkeim, die Anlage eines neuen Haares; diese Auffassung stimmt sehr gut mit den ermittelten Thatsachen. — Hieraus erklärt es sich, dass die Körperchen nur an solchen Haaren sich finden, deren Wachsthum beendet ist und dass dieselben an noch wachsenden Haaren fehlen; hierzu passt die Thatsache, dass die Körperchen nicht allein auf die Flughaut der Fledermäuse und das äussere Ohr der Hausmäuse beschränkt sind, sondern sich auch an andern Körpergegenden und bei andern Säugern finden; hierdurch lässt es sich verstehen, warum bei einzelnen Individuen alle Haare mit jenen Körperchen versehen sind, bei anderen kein Haar ein solches Körperchen besitzt. Jene Individuen sind im Begriff ihre Haare zu wechseln, bei diesen ist der Wechsel beendigt und die Anlage des neuen Haares noch gar nicht vorhanden.

Zum Schluss noch die Bemerkung, dass die von Schöbl ermittelte Thatsache, dass Nervenfasern reichlich zu jenen Körperchen hinzutreten — welche Thatsache ich durchaus bestätigen muss, keineswegs gegen die Deutung der Körperchen als Haarkeime geltend gemacht werden darf, da der Eintritt von Nervenfasern in die Haarpapille eine unbestrittene Sache ist. Wie die Nerven in den Haarpapillen, resp. in den dieselbe umgebenden und den Haarbalg auskleidenden Zellen der Haarscheide enden, das zu untersuchen bleibt noch der weitern Forschung überlassen.

Dorpat, den 23. October 1871.

Bemerkungen über die Brunner'schen Drüsen.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber

von

R. Heidenhain.

In seiner Arbeit über die Drüsen des Darmes, welche Schwalbe gestern mir zuzusenden die Freundlichkeit hatte, wirft derselbe (dieses Archiv VIII, 133) die Frage auf, ob die secernirenden Elemente jener Organe ihre Beschaffenheit mit dem Verdauungszustande ändern. Ich bin in der Lage, hierauf eine positive Antwort geben zu können. Im vorigen Winter beschäftigte sich auf meine Anregung Herr Dr. Ludwig Hirt in meinem Institute mit den Brunner'schen Drüsen. Die Arbeit musste leider unterbrochen werden, bevor sie ihre volle Reife erlangt; einzelne Punkte, z. B. der Bau der membr. propria, waren noch nicht in Angriff genommen. Die bereits erlangten Ergebnisse stimmten vollkommen mit den Angaben Schwalbe's überein. Was namentlich der Letztere bezüglich der tubulösen resp. acinösen Form der Drüsen, bezüglich ihrer grossen Analogie mit den Magendrüsen der Pylorusgegend, betreffs der microchemischen Reactionen der Drüsenzellen bemerkt, ist von uns in ganz ähnlicher Weise notirt worden. Hirt hat aber auch bereits beim Hunde die Drüsen im Hunger- und im vollen Verdauungzustande untersucht und dabei ganz entsprechende Veränderungen constatiren können, wie sie Ebstein von den Pylorusdrüsen des Magens festgestellt hat. Die menschlichen Drüsen hat Hirt in einem Falle 4 Stunden nach dem Tode untersuchen können und sie denen des Schweines am ähnlichsten gefunden.

So ist denn nun jetzt bereits an einer ganzen Reihe von Drüsen (Schleim bereitende Speicheldrüsen, beide Arten von Magendrüsen, Brunner'sche Drüsen) eine Veränderung ihrer anatomischen Be-

schaffenheit während ihrer Thätigkeit festgestellt. Gestatten Sie mir bei dieser Gelegenheit zu erwähnen, dass hierher nach Beobachtungen, welche mein Bruder Bernhard Heidenhain bereits Anfangs August 1870 in einer Arbeit der Danziger Friedensgesellschaft vorgelegt hat, auch die Drüsen der Froschhaut gehören. Ihr Ruhezustand ist durch Eberth's Abbildung Tab. II, Nr. 3 (in der bekannten Monographie über die Froschhaut) bezeichnet; die übrigen Formen kann man durch electrische Reizung des Rückenmarkes oder Strychninvergiftung herstellen als verschiedengradige Functionszustände. Wir haben unsere ziemlich ausgedehnten Erfahrungen über diesen Gegenstand noch nicht gedruckt, weil inzwischen Engelmann in einigen vorläufigen Mittheilungen kurz den Bau jener Drüsen in einer Weise, die uns nach unsern Bildern nicht ganz verständlich ist, beschrieben hat. Was er „contractile Drüsenzellen" nennt, ist uns unklar, — wenn er nicht etwa die contractilen Faserzellen der Drüsenhülle meint. Nach erfolgter ausführlicherer Darstellung der Engelmann'schen Ergebnisse werden wir auf die unsrigen zurückkommen. —

Im Augenblicke beschäftigen uns nach einer ähnlichen Richtung hin die Nieren, von denen ich zu erwarten Anlass habe, durch Untersuchung ihrer verschiedenen Functionszustände über die bisher nicht entschiedene Frage in's Klare zu kommen, welche Abschnitte der Harnkanälchen die festen Harnbestandtheile secerniren.

Breslau, 26. Nov. 1871.

Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen.

Von

Dr. Th. Eimer,

Privatdocent zu Würzburg.

Hierzu 2 Holzschnitte.

Während eines Aufenthaltes auf Capri, welcher sich auf die Zeit von März bis Juli dieses Jahres erstreckte, habe ich hauptsächlich die Schwammfauna der Insel zum Gegenstande meines Studiums gemacht, und zwar habe ich den Kieselschwämmen, an welchen das Meer um Capri besonders reich ist, in erster Reihe die Aufmerksamkeit zugewendet. Da seit meiner Rückkehr meine ganze freie Zeit anderen, schon früher begonnenen Untersuchungen, welche vor Allem zu einem gewissen Abschluss gebracht werden sollten, zugewendet sein musste, so ist es mir bisher nicht möglich gewesen, das an Ort und Stelle Beobachtete zu einem Ganzen zu vereinigen und das reiche Material an Kiesel- und Hornschwämmen, welche ich mitgebracht habe, zu verarbeiten. Und weil diese Arbeit voraussichtlich eine längere Zeit in Anspruch nehmen wird, so sehe ich mich veranlasst, im Folgenden die Hauptergebnisse meiner Untersuchungen mitzutheilen.

Das wichtigste dieser Ergebnisse ist das, dass ich mehrere Arten von Kieselschwämmen mit Nesselzellen gefunden habe.

Die betreffenden Schwämme sind den Renierinen (O. Schm.) theils nahestehend, theils gehören sie in diese Familie.

Der erste von ihnen hat die Form einer unten geschlossenen Röhre, und sitzt mit dem unteren, etwas verdünnten Ende Steinen auf. Am oberen Ende der Röhre befindet sich, um die Häckel'schen Bezeichnungen anzunehmen, der Mund als weite Oeffnung, welche in den fast bis zum Grunde reichenden Magensack führt. Das Gerüste des in der Farbe sattbraunen Schwammes besteht aus nach Renieren-Typus zum Maschennetz zusammengelegten Kieselnadeln. Die meisten derselben sind leicht gebogen, zweispitzig, sehr allmälig sich verschmälernd. Dazwischen kommen zweispitzige gerade Nadeln vor, ferner aber auch gebogene an einer Seite stumpfe, und ebensolche gerade. Die Sarkode ist auffallend klebrig, eine Eigenschaft, welche den Schwamm von den eigentlichen Renieren trennt, denn sie bewirkt, dass er nicht leicht zerreisslich ist wie diese, dass vielmehr die Stückchen, wenn man ihn zerzupfen will, mit auffallender Hartnäckigkeit an den Präparirnadeln hängen bleiben. Auf diese klebrige Beschaffenheit der Sarkode lässt sich auch schon bei ihrer Betrachtung mittelst des Mikroskopes schliessen: als eine dichte, fadenziehende Masse, von ungleichgrossen, gelblichen Körnchen unregelmässig durchsetzt, gibt sie sich überall dort zu erkennen, wo sie nicht in körnige Cytoden sich differenzirt hat.

In diesem Gewebe liegen überall Nesselzellen zerstreut, einzeln oder in kleinen Häufchen, und zwar sehr zahlreich. Eine sehr bestimmte Anordnung zeigen diese Nesselzellen nicht. Sie liegen aber sehr oft um die Nadeln herum, und umgeben am häufigsten die Einströmungsöffnungen in deren ganzem Verlauf. In besonders grosser Menge aber kleiden sie die Magenhöhle des Schwammes aus; allein auch hier kommen sie nicht etwa in einer zusammenhängenden Lage vor, sind vielmehr zerstreut, wie im Inneren. Dagegen scheinen sie auf der Oberfläche des Thieres sich nicht zu finden. Ein Ektoderm und ein Entoderm sind übrigens als deutlich abgrenzbare Schichten an diesem nicht zu unterscheiden.

In beiden Exemplaren des Schwammes, welche mir zu Gesicht kamen, finden sich überall zwischen den ausgebildeten Nesselzellen zahlreiche in Bildung begriffene, und beide sind durch den ganzen Schwammkörper gleichmässig vertheilt, so dass man in jeder Probe viele von ihnen findet. Die Nesselzellen sind kurzeiförmig wie diejenigen vieler Coelenteraten (Längendurchmesser 18, Dickendurchmesser 10 μ.); dieselben sind in Fig. A, 1 abgebildet.

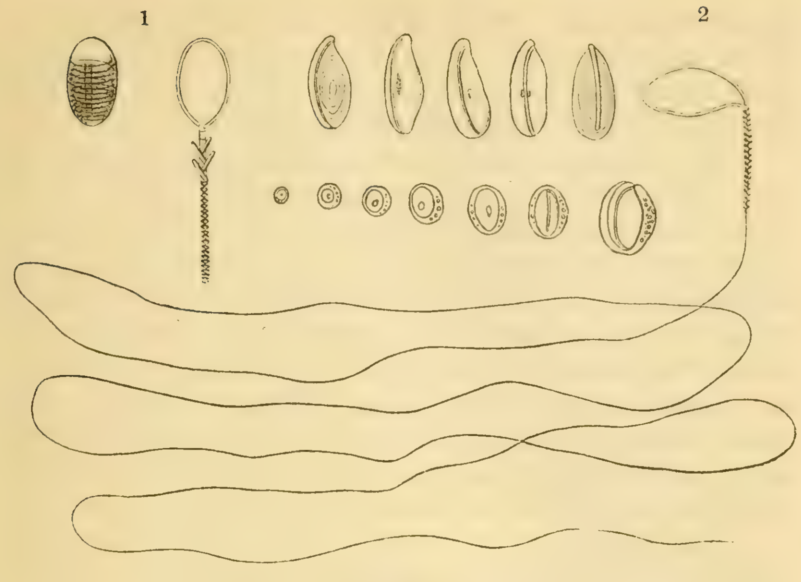


Fig. A.

Der zweite Schwamm, in welchem ich Nesselzellen, und zwar in höchst interessanter Anordnung fand, steht Reniera fibulata und Desmacella vagabunda O. Schm. dadurch nahe, dass er Kieselhacken führt, letzterer aber noch besonders dadurch, dass er von einer glatten Haut überzogen ist, deren Grundlage Maschen von Kieselnadeln bilden, zwischen welchen in der Sarkode die veränderlichen Einströmungsöffnungen sich finden. Aber diese Nadeln sind keine Stecknadeln; sie sind zwar gerade, aber einfach stumpf am einen Ende, mit sehr allmäliger Zuspitzung des anderen. Im Inneren, unter der Oberhaut, finden sich ausser den Kieselhacken und den stumpfspitzen noch sehr feine, lange, stäbchenförmige Nadeln. Meist in papillenartigen Erhebungen münden auf die Oberfläche des Schwammes Oscula aus. Diese Oscula führen in Canäle, die von einer ungemein deutlichen Membran ausgekleidet sind, und diese Membran ist von Zellen besetzt, deren grösste Zahl aus Nesselzellen und aus Nesselbildungszellen in allen Entwicklungsstadien besteht.

Die ausgebildeten Nesselzellen nähern sich, im Vergleich mit dem vorigen Schwamm, hier mehr der Kugelform und sind etwas kleiner als dort. Wenn man mittelst schwacher Vergrösserungen von aussen in die Oscula hineinsieht, so erkennt man, wie der

Nesselzellenbelag da allmälig gewöhnlichen Zellen weicht, wo die Wände des Canals in die äussere Körperoberfläche umbiegen. Diese letztere trägt keine Spur von Nesselzellen und wir haben also hierin ganz dasselbe Verhalten, wie im vorigen Falle.

Der geschilderte Schwamm lebt auf denselben Krabben mit einer Anzahl anderer, welche äusserlich von ihm gar nicht oder fast gar nicht zu unterscheiden sind, zusammen. Alle haben, abgesehen von der Form — sie bilden moospolsterartige Ueberzüge auf den Körpertheilen ihrer Wirthe — noch gemeinsam die leichte Zereisslichkeit und, die meisten, auch die Farblosigkeit. Entgegen dieser äusseren Uebereinstimmung führte die mikroskopische Untersuchung dieser Schwämme zu einer interessanten Stufenleiter von Verschiedenheiten. Durch das Mikroskop habe ich nämlich unter ihnen gegen ein Dutzend Reniera-„Arten" unterscheiden können, welche von der vorigen sämmtlich darin abweichen, dass sie keine Kieselhacken und meist auch keine äussere Haut haben, und die dadurch sich wieder von einander trennen lassen, dass sie bald umspitze, bald stumpfspitze, bald Stecknadeln, bald an beiden Enden stumpfe, oder aber verschiedene Arten von Nadeln führen, welche alle in Beziehung auf Grösse und Anordnung wieder bedeutende Verschiedenheiten zeigen können. In welchem Grade auch die weichen Gewebstheile variiren, muss ich an einem anderen Orte zu schildern mir vorbehalten.

Für jetzt sind uns vor Allem von den erwähnten Formen zwei interessant, welche in der Gestalt der Nadeln mit Reniera informis und accomodata O. Schm. übereinstimmen. Die eine von beiden, welche grössere und etwas unregelmässiger gelagerte Nadeln hat als die andere, ist jedoch farblos. Dieselbe schliesst sich in höchst eigenthümlicher Weise an die oben zuletzt beschriebene Art an: ohne äussere Hautschicht und ohne Kieselhacken, welche für diese charakteristisch waren, auch nur eine Sorte, und zwar leichtgebogene, spitz-spitze Nadeln führend, weist sie dagegen Ausströmungscanäle auf, welche ganz dieselbe Weite und Anordnung zeigen wie dort, welche aber nicht von einer derben, sondern von einer sehr zarten, oft kaum nachweisbaren Haut ausgekleidet sind, und diese Haut trägt in allen den zahlreichen Exemplaren, welche mir vorliegen, nicht etwa Nesselzellen, sondern Nesselbildungszellen in allen Stadien der Entwicklung bis zum deutlichen Auftreten des Spiralfadens im Innern. Ausgebildete Nesselzellen

aber werden nur äusserst vereinzelt zwischen diesen getroffen. Die Nesselbildungszellen sind je nach dem Entwicklungsgrade kleinere oder grössere glänzende, scharfbegrenzte runde Körperchen, welche vollkommen mit den homologen Gebilden des vorigen Schwammes übereinstimmen.

Wir haben also hier einen Schwamm vor uns, welcher in den wichtigsten Strukturverhältnissen phylogenetisch eine Entwicklungsform des vorigen darstellt, indem er auf einer Stufe der Entwicklung steht, oder gewissermassen stehen geblieben ist, welche der vorige einmal durchgemacht haben muss. Höchst interessant ist aber dass gerade die Nesselzellen ihre volle Ausbildung hier nur in vereinzelten Fällen erlangen, dass gerade sie auf einer gewissen Stufe der Entwicklung stehen bleiben, so dass ihr Träger zugleich den Uebergang von Schwämmen ohne Nesselzellen zu solchen mit Nesselzellen vermittelt.

Auch bei diesem Schwamme fehlten die Nesselzellen der äusseren Körperoberfläche.

Die zweite der zuletzt erwähnten Schwammarten, welche uns hier noch wichtig ist, zeigt keine Spur von einer Membran als Auskleidung der Ausströmungsröhren. Ihr Gewebe ist bei den meisten Individuen noch zarter als das der vorigen. Die Nadeln sind kleiner und zierlicher wie dort, — wenn sie auch in der Grösse variiren, — und werden überall zu sehr regelmässigen Maschen durch Sarkode zusammengehalten. Der Schwamm ist farblos, wie die vorigen. Es kommen jedoch Exemplare vor, welche eine blauröthliche Färbung zeigen und diese führen auf andere, welche bis hundsveilchenblau gefärbt sind. Die Diagnosen, welche O. Schmidt sowohl von Reniera informis, als von Reniera accomodata gibt, stimmen mit dieser blauröthlichen Varietät überein.

Unter einer grösseren Anzahl von Exemplaren dieser blauen Varietät traf ich nun solche, welche ganz durchsetzt waren von einer dritten typischen Art Nesselzellen, gänzlich verschieden von den früher beschriebenen aber wie jene mit sehr langen Fäden versehen (0,7 mm. lang). Ein solcher Faden ist im natürlichen Verhältniss zur Länge der Zelle in der Figur A, 2 abgebildet.

Die Nesselzellen belegten hier nicht etwa wie vorhin die Innenfläche der Ausströmungsröhren, sondern sie waren im ganzen Schwamm zerstreut, mit ihnen zahlreiche Nesselbildungszellen in allen Stadien

der Entwicklung. An diesen letzteren konnte man sehr deutlich sehen, dass das Wesentliche der Nesselzelle, das Nesselorgan, aus dem Zellkern entsteht (vergl. d. Fig.).

Im Gegensatze zu den drei vorigen Schwammformen, in welchen alle Exemplare derselben Art sich in Beziehung auf die Nesselzellen vollkommen gleich verhielten, wechselten hier die Zahlenverhältnisse zwischen in Bildung begriffenen und ausgebildeten Nesselzellen bei den verschiedenen Individuen sehr. In einzelnen traf ich nur Nesselbildungszellen, in anderen auch diese nicht, gleichwie ich in der farblosen Varietät ständig Nesselzellen wie Nesselbildungszellen vermisste. Zwar gehen beide Varietäten auch in der Farbe, wie ich schon bemerkt habe, vollkommen in einander über, allein dennoch dürften die gegebenen Verhältnisse die Frage rege machen, ob die Nesselzellen in diesen Schwamm nicht zufällig hineingekommen seien.

Dagegen muss in Betracht gezogen werden, dass es nicht auffallend erscheinen könnte, wenn das Variiren in einer Gruppe von Schwämmen, welche sich ganz besonders dadurch auszeichnet, dass in ihr geradezu nichts constant ist, wenn das Variiren sich hier in der Weise innerhalb einer Art auch auf die Nesselzellen erstrecken würde, dass dieselben bald ausgebildet, bald nur in deutlich als solche erkennbaren Entwicklungsstadien, bald nur in der Form gewöhnlicher Zellen vorkommen. Und vielleicht besitzen die Zellen, aus welchen die Nesselzellen hervorgehen wirklich schon sehr frühe etwas Specifisches, denn gelegentlich der Betrachtung der Entstehung der letzteren bei dem hier in Rede stehenden Schwamme, finde ich in meinen auf Capri gemachten Notizen die Bemerkung: „die Nesselzellen entstehen in letzter Linie aus dem Kerne von Zellen welche identisch zu sein scheinen mit den blassen, nur wenige Körnchen enthaltenden Zellen, welche sich so zahlreich in vielen Schwämmen finden“.

Leider habe ich es versäumt, an frischen Thieren genauere Untersuchungen über diesen Punkt zu machen, insbesondere nachzusehen, ob sich nicht gerade bei denjenigen Renieren-Formen, welche keine Nesselzellen und keine ausgesprochenen Nesselbildungszellen führen, vielleicht eine specifische Zellenart findet, welche man gewissermassen als Urahnen der Nesselzellen ansehen darf.

Auffallend ist mir für diese vierte Schwammart noch der Umstand, dass hier eine Form von Nesselzellen vorkommt, welche nicht verwandt ist mit denjenigen der verwandten Schwämme, während

von diesen zwar jede eine typische, aber der anderen ähnliche Nesselzellenform aufweist.

Dagegen ist zu bemerken, dass sich auch hier wie bei den übrigen Schwämmen nie andere Arten von Nesselzellen zwischen der typischen fanden; dass diese nicht etwa in einem Theile des Thierkörpers mehr angehäuft waren, als im anderen und dann, dass ich Nesselzellen und Nesselbildungszellen in zahlreichen Individuen antraf, und dass ich gerade hier so schön die Entwicklung jener habe beobachten, die zartesten und vergänglichsten Jugendformen derselben habe finden können.

Ob endlich die eigenthümliche schiffchenähnliche Form von Nesselzellen wie ich sie bei dem in Rede stehenden Schwamme gefunden habe, auch in Coelenteraten beobachtet ist, ist mir unbekannt.

Allerdings existiren Beispiele, wonach man Nesselzellen, welche nur durch die Nahrung in einen Thierkörper gelangt sind, als demselben organisch zugehörig angesehen hat. Täuschungen sind hier gewiss leicht möglich. Desshalb habe ich mir bei jedem einzelnen der behandelten Schwämme immer von Neuem die Frage gestellt, ob denn die Nesselzellen nicht doch Eindringlinge sein könnten. Es spricht aber in Beziehung auf die drei ersten Schwammformen nichts für, Alles gegen eine Bejahung dieser Frage, für das Verhalten der vierten Form möchte die grosse Neigung aller Theile zur Veränderlichkeit eine hinreichende Erklärung abgeben.

Wichtig für die Beurtheilung meiner Beobachtungen ist noch die Thatsache, dass man bei all den zahlreichen, mit den nesselzellenführenden auf demselben Wirthe, und meist sogar in unmittelbarster Berührung mit diesen vegetirenden, oben erwähnten Renieren-Arten, welche sich gewöhnlich nur durch die Form der Nadeln von ihnen unterscheiden, niemals auch nur eine einzige Nesselzelle findet. Ich führe all das an, weil ich wohl fühle, wie von vornherein etwas, ich möchte sagen, Verdächtiges in der Angabe liegt, man habe eine Thatsache aufgefunden, welche auf das Eifrigste gesucht wird und welche von so grosser Tragweite ist wie die gemeldete.

Häckel[1]) sagt: „der absolute Mangel der Nesselorgane

---

1) Ernst Häckel, Ueber den Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Corallen. Jen. Ztschr. Bd. V. S. 213.

bei allen Schwämmen, die beständige Anwesenheit derselben bei allen Corallen, Hydromedusen und Ctenophoren ist gegenwärtig der einzige morphologische Charakter, welcher die erste Classe von den drei letzteren scharf und durchgreifend trennt. Ich habe daher schon in meiner Monographie der Moneren und später in meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte den Vorschlag gemacht, die drei letztgenannten Classen unter dem alten Namen der Acalephae oder Cnidae (Nesselthiere) zusammenzufassen."

Huxley fasste jene drei Klassen unter dem Namen Nematophora zusammen.

Die grosse Kluft also, welche zwischen Schwämmen und Coelenteraten bis jetzt noch vorhanden war, ist durch das Auffinden von Nesselzellen bei ersteren überbrückt, und es dürften die Beziehungen zwischen beiden um so mehr in Zukunft als vollständige hingestellt sein, als es mir auch gelungen ist, eine weitere Lücke, welche noch zwischen beiden zu bestehen scheint, diejenige in den Fortpflanzungsverhältnissen, vollkommen auszufüllen. Die Brücke aber habe ich, was die Nesselzellen angeht, ganz an einer anderen Stelle geschlagen, als da wo sie geplant war: Leuckart und Häckel nehmen bekanntlich die Kalkschwämme als Ausgangspunkt für die Bildung der Corallen an, — ich traf die Nesselzellen bei Kieselschwämmen.

Da ich aus naheliegenden Gründen die Ernährungsverhältnisse der Schwämme sehr im Auge hatte, so machte ich auch darüber einige positive Beobachtungen. Ich vermochte oft aus dem Magen von Kiesel- und Kalkschwämmen durch deren Mund einen dicklichen Speisebrei in grösseren Massen auszudrücken, welchen ich mikroskopisch untersuchte. Darin fand ich dann fast immer halbverdaute Theile von kleinen Crustaceen, zuweilen solche Thiere noch ganz, nur ausgesogen — niemals aber lebend, so dass ich annehmen muss, die Schwämme nähren sich zum Theil von mikroskopischen Crustaceen. Dazu will ich hervorheben, dass ich ganz dasselbe bei kleinen Polypen (Gemmaria) oft beobachtete. So erscheint es wohl als gerechtfertigt, dass ich die Bezeichnungen Mund und Magen für die Schwämme — also aus physiologischen Gründen — vorweg angenommen habe.

Es ist auffallend, dass Bowerbank, Johnston, Gray, O. Schmidt nicht nur, sondern auch Häckel und Miklucho, welche beide doch wahrscheinlich nach Nesselzellen in Schwämmen suchten, solche nicht gefunden haben. Aber dass mich bei ihrem

Auffinden ein guter Zufall geleitet haben konnte, beweist die weitere Beobachtung, welche ich gemacht habe, die nämlich, dass in zahlreichen Seeschwämmen Spermatozoën vorkommen.

Häckel sagt in Beziehung auf Spermatozoën bei Schwämmen [1]: „Obwohl ich Hunderte von Calcispongien auf das Genaueste mikroskopisch untersucht habe, so ist es mir weder bei diesen, noch bei den von mir untersuchten übrigen Schwämmen jemals gelungen, eine Spur von befruchtenden männlichen Formelementen, von Zoospermien, aufzufinden. Ich bin dadurch gegen die allgemein angenommene sexuelle Differenzirung der Spongien überhaupt in hohem Grade misstrauisch geworden. Die einzigen Angaben von Zoospermien bei Schwämmen, welche einiges Vertrauen verdienen (indessen immer noch der Bestätigung bedürfen) sind diejenigen von Lieberkühn über Spongilla. Was dagegen Carter als Zoospermien der Spongillen beschreibt, sind, wie schon Lieberkühn erkannte, Infusorien, und was Huxley als Zoospermien der Tethyen abbildet, sind höchst wahrscheinlich Flimmerzellen. Nicht minder bedenklich sind die Fäden, welche Kölliker als Zoospermien bei Esperia beschreibt. Das Misstrauen gegen die Existenz von Zoospermien bei den Spongien muss aber um so gerechtfertigter erscheinen, als einerseits die abgerissenen, sich lebhaft bewegenden Geisseln der Geisselzellen sehr leicht für bewegliche Samenfäden gehalten werden können, andererseits aber viele der erfahrensten Beobachter, wie z. B. O. Schmidt u. Bowerbank, welche Tausende von Schwämmen mikroskopisch untersuchten, gleich mir selbst ganz vergeblich nach männlichen Organen irgend welcher Art gesucht haben. Ich halte es daher für das Vorsichtigste und Gerathenste, vorläufig überhaupt noch die Sexualität der Spongien zu bezweifeln. Dann dürfen aber die zur Fortpflanzung dienenden Zellen, die Keimzellen, nicht als geschlechtliche Eier, sondern sie müssen als geschlechtslose Keimzellen (Sporae) bezeichnet werden."

Ich fand nun aber mit aller Bestimmtheit bei zahlreichen Gallert-, Kiesel- und Kalkschwämmen Samen.

Es fielen mir oft schon bei der ersten Betrachtung eines Schwammes unter dem Mikroskop runde oder mehr ovale, blasse, zerstreut im Gewebe liegende Ballen auf, deren Oberfläche ein ungemein feinkörniges

1) a. a. O. S. 224.

Aussehen zeigte. Stärkere Vergrösserung liess erkennen, dass dieses Ansehen in der That von einer Art von Körnern herrührte, welche aber meistens nicht rund, sondern länglich gestaltet waren. Die gewöhnlichen stärkeren Vergrösserungen liessen an diesen eigenthümlichen Massen nichts Besonderes erkennen. Ich musste die stärksten Mittel (Hartnack's Tauchlinse 10) anwenden, um zu sehen, dass sie Millionen Köpfe von eben so vielen sich bewegenden Spermatozoën waren, welche sämmtlich ihre „Schwänze" nach einwärts gerichtet hatten. Wenn ein solcher Ballen etwas zerrissen war, so konnte man die Samenfäden genauer studiren, — ich traf diese übrigens jetzt auch vielfach vereinzelt und sich bewegend im Gewebe an. Ihre Köpfchen waren bei einzelnen Schwammarten einfache, ungemein feine Pünktchen. (Fig. B, 2 von einem Kalkschwamm), bei anderen, und zwar bei den meisten, waren sie etwas grösser und liefen vorn in einen relativ langen Schnabel aus, welcher im Gegensatz zu dem übrigen Theile des Kopfes dunkel erschien. Abgesehen von der grösseren Länge des Schnabels, haben diese Köpfe ganz die Form derjenigen menschlicher Zoospermien (vgl. Fig. B, 1 von Kieselschwämmen).

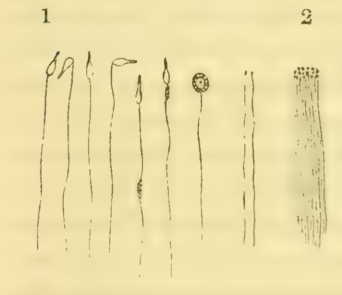


Fig. B.

Die Schwänze der Schwammspermatozoën gehören zu dem Feinsten, was das Mikroskop uns zeigen kann. Selbst bei Anwendung von Hartnack's Tauchlinse 10 musste ich oft alle Kraft des Auges aufbieten, um ihren Verlauf verfolgen zu können. Aber auch dabei wurde mir klar, dass ich nicht immer die ganze Länge des Fadens zu sehen vermochte: indem er nach unten immer feiner und feiner wurde, entschwand er allmälig dem Blick. Dennoch habe ich erkennen können, dass diese Schwänze an fertigen Spermatozoën aussergewöhnlich lang sind: ich konnte öfters eine Länge von bis 150 μ. verfolgen.

Ich traf nun auch zahlreich Entwicklungsstadien der Spermatozoën. Es entstehen diese aus einer Zelle mit deutlichem Kern, und zwar scheint der Kopf aus dem Kern sich zu bilden, während der Faden aus dem Protoplasma der Zelle entsteht. Es war nämlich zuweilen unterhalb des Kopfes der Faden durch etwas Protoplasma verdickt, noch häufiger fand sich eine durch Protoplasma hervor-

gebrachte Verdickung am Mittelstück des Fadens, — wiederum eine auffallende Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei höheren Thieren.

Dass in dem Geschilderten eine Verwechslung mit Wimperkörben und mit Geisselzellen vorliegen könne, einen solchen Einwand würde ich zu berühren gar nicht für nöthig halten, wenn nicht so zahlreiche Seiten meines Tagebuchs von Formen sprächen, welche zwischen den Samenballen und Wimperkörben in der Mitte stehen, und wenn ich nicht auch öfters einzelne Bildungen gesehen hätte, die sowohl in Beziehung auf die Beschaffenheit des Kopfes, als in Beziehung auf die Länge des Schwanzes Mittelstufen zwischen Geisselzellen und Samenfäden herzustellen schienen, so dass ich schliesslich dahin neigte, einen Uebergang von den einen in die anderen anzunehmen.

Indem ich aber suchte, beide aus einander zu halten, wandte ich mich an ihre Bewegungen, und da fand ich denn, dass wenigstens in einzelnen Fällen in der Art der Bewegung ausgebildeter Samenfäden und derjenigen der Geisselzellen ein Unterschied in so fern zu bestehen schien, als erstere mehr den Eindruck des Willkürlichen machten, indem sie unregelmässiger waren, als diejenigen der Fäden der letzteren. Die Bewegungen dieser erschienen als ein regelmässiges Hin- und Herschwingen, in Verbindung mit einer Verkürzung, welche entweder eine Wellenlinie hervorbrachte oder aber geradezu eine Knickung des Fadens. An den Bewegungen der ausgebildeten Samenfäden war dagegen ein Hin- und Herschwingen nicht zu sehen: sie geschahen etwa nach der Art, wie eine Schlange, welche man in der Mitte des Körpers in der Hand hält, Versuche zum Entwischen macht: sie stösst den Kopf heftig nach vorwärts und zieht ihn dann wieder zurück, so dass der Körper eine Wellenlinie bildet. Diese Bewegungen fanden bei den Spermatozoën in sehr lebhafter Weise statt, allein mit oft wechselnder Stärke und nicht gleichsam mechanisch wie bei den Geisselzellen.

Zugleich mit den Spermatozoën fanden sich stets zahlreich Eier in den Schwämmen, so dass man diese als Zwitter betrachten muss. Beide, Eier und Samen, waren gewöhnlich in sehr grosser Menge vorhanden: die Samenballen lagen in bedeutender Anzahl im Gewebe, so dass in einem kleinen Schwammstückchen oft wohl Milliarden von Samenfäden vorhanden sein können.

Die ungemeine Feinheit der Spermatozoën der Schwämme dürfte es erklärlich machen, wesshalb dieselben bisher, auch von so sehr hervorragenden Forschen wie die vorhin genannten, nicht gesehen worden sind, — es wurden wohl so starke Linsen wie die Hartnack'sche 10, vermittelst welcher ich die Spermatozoën unzweifelhaft als solche nachweisen konnte, von jenen bei ihren Studien an der See nicht benutzt.

Aus meinen Untersuchungen aber scheint mir als sehr wahrscheinlich hervorzugehen, dass auch die von Lieberkühn bei Spongilla beschriebenen Spermatozoën keine, oder höchstens Entwicklungsstufen von solchen waren. Dasselbe gilt für die Zoospermien, welche O. Schmidt bei Spongia adriatica vermuthet [1]).

In der Arbeit, welche die Schwammfauna von Capri behandeln soll, werde ich die im Vorstehenden enthaltenen Angaben über die nesselzellenführenden Schwämme durch Abbildungen zu erläutern und zu stützen suchen. Ich kann aber nicht umhin, schon hier Herrn Professor Panceri in Neapel für die Liebenswürdigkeit zu danken, mit welcher er mir durch Rath und That Beistand geleistet hat, — hat er mich doch sogar auf dem Eiland mit Literatur versorgt. Vor Allem aber bin ich Dank schuldig Herrn Dr. Cerio auf Capri, dessen Interesse für meine Arbeiten und dessen unermüdliche, freundschaftliche Hülfe im Umgang mit den Fischern, beim Sammeln und in allen Lagen überhaupt, in welchen ich irgend einer Unterstützung bedurfte, mir meine Thätigkeit ungemein erleichtert hat. Auf Wiedersehn im nächsten Jahre!

Würzburg, im Dezember 1871.

Nachschrift.

Nachdem Vorstehendes schon niedergeschrieben und dem Herrn Herausgeber angezeigt war, bekam ich das 4. Heft des VI. Bandes der Jenaischen Zeitschrift zu Gesicht, in welchem

1) Supplement der Spongien des adriatischen Meeres, Leipzig 1864. S. 4.

Häckel[1]) darüber berichtet, dass er jetzt Spermatozoën bei Schwämmen (Kalk- und Kieselschwämmen) gefunden habe. Es hat Häckel seine Untersuchungen zu derselben Zeit in Dalmatien gemacht, während welcher ich auf Capri war. Sie führten ihn zu dem Schlusse, dass die Spermatozoën nichts anderes seien, als modificirte Geisselzellen des Entoderms. Diese Angabe würde das oben von mir Bemerkte erklären. Ferner findet Häckel, wie ich, überall zugleich mit den Zoospermien Eier in den Schwämmen, so dass auch er diese Thiere für Hermaphroditen anspricht.

Allein es sagt Häckel, in auffallendem Widerspruch mit meinen Beobachtungen, es sei niemals möglich, das Sperma in irgend beträchtlicher Menge nachzuweisen. Da die Samenzellen gleich den Eiern überall in der einfachen epithelartigen Zellenschicht des Entoderms ohne bestimmte Ordnung zerstreut liegen etc., — so sei selbstverständlich nicht daran zu denken, das Sperma wie bei anderen Thieren tropfenweis zu demonstriren oder selbst nur ein mikroskopisches Samentröpfchen mit einigen Hundert Zoospermien nachzuweisen; höchstens finde man einige Dutzend der letzteren zusammen.

Ferner spricht Häckel von einer Möglichkeit der Verwechslung der Zoospermien mit verstümmelten oder abgelösten Flimmerzellen, und erklärt daraus, sowie aus dem seltenen und vereinzelten Vorkommen der Samenelemente den Umstand, dass dieselben früher nicht mit Sicherheit haben nachgewiesen werden können. Endlich sagt er, dass er jetzt die von Lieberkühn bei Spongilla gesehenen Bildungen, sowie die von Huxley bei Tethya beobachteten, welche er in der vorigen Arbeit für Flimmerzellen erklärt hat, für wirkliche Zoospermien halte.

Nirgends erwähnt dagegen Häckel die grosse Feinheit der Spermatozoën, noch beschreibt er dieselben überhaupt irgend als Gebilde ähnlich den so charakteristischen, welche ich oben geschildert und abgebildet habe.

Aus Alledem geht hervor, dass man wohl annehmen muss, Häckel habe gleich Huxley und Lieberkühn ausgebildete Spermatozoën nicht vor sich gehabt, sondern nur geisselzellenähnliche, also noch wenig vorgeschrittene Entwicklungsformen derselben.

1) „Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme."

Da aber Häckel erklärt, den Befruchtungsvorgang direkt beobachtet zu haben, wobei er die Bemerkung macht, dass er ohne diese Beobachtung vielleicht selbst die Ueberzeugung, dass die fraglichen kleinen Geisselzellen wirklich echte Zoospermien sind, nicht gewonnen haben würde, so darf wohl im Auge behalten werden, dass es immerhin Schwammarten geben könnte, bei welchen die Spermatozoën bleibend gewissermassen niedere Entwicklungsformen beibehalten.

Das äussere Ohr des Igels als Tastorgan.

Von

Dr. Jos. Schöbl

in Prag.

Hierzu Taf. XIV.

Das äussere Ohr des Igels ist für die Untersuchung des feineren Verhaltens der Nerven, namentlich der Endigungen derselben ein mit besonderen Schwierigkeiten behaftetes Untersuchungsobjekt. Namentlich sind es zwei Dinge, welche sich der Untersuchung hindernd in den Weg stellen, nämlich vor allem der enorme Pigmentreichthum der Cutis selbst, indem namentlich unter der Malpighi'schen Schicht zahllose sternförmige Pigmentzellen ihr Gewebe durchsetzen, ja sogar anderweitige Gebilde als feinste Nerfenfasern, Capillaren etc. ganz oder theilweise mit den hellbraunschwarzen Pigmentkörnern besäet erscheinen; dann die zahllosen elastischen Fasern, welche theils einzeln, theils zu Bündeln vereinigt die Cutis filzartig durchweben.

Es gelang mir wenigstens theilweise diese Schwierigkeiten zu umgehen dadurch, dass ich zur Untersuchung zumeist albinotische Igel mit schneeweissen Stacheln und rothen Augen verwendete. Albinotische Igel sind zwar eine seltene Erscheinung und schwer zu acquiriren, es gelingt mir jedoch fast alle Jahre einzelne aus unseren grossen böhmischen Waldungen zu erhalten.

Zur Untersuchung eignen sich am besten halberwachsene Exemplare. Ganz junge Thiere sind nicht brauchbar, weil die Haarbälge und deren Adnexa noch nicht die definitive Form erlangt haben,

alte Igel dagegen geben nie so schöne Präparate wie jugendliche. Bevor das Organ zur Untersuchung verwendet wird, ist es sehr zweckmässig eine Injektion der Capillaren mit dünnflüssiger transparent gefärbter Gelatinmasse vorauszuschicken. Ich verwende gewöhnlich eine sehr dünnflüssige Lösung des Lennéleimes mit einem ganz geringen Zusatz von carminsaurem Ammoniak.

Injektionsmassen wie man sie sonst verwendet, selbst transparente sind viel zu dunkel und decken zu viel und erschweren hierdurch die Verfolgung einzelner feiner Nervenstämmchen oder Fasern auf weite Strecken an nichtinjicirten Präparaten. Dagegen sind die leeren Capillaren wenn auch nicht hinderlich so doch sehr unbequem.

Nachdem das injicirte Organ eine kurze Zeit in Eis oder Eiswasser behufs der Erstarrung der Gelatinmasse gelegen hat, lege ich dasselbe in eine einprozentige Lösung der Ueberosmiumsäure und lasse es daselbst durch 5 bis 10 Minuten verweilen. Zur Erlangung von Querschnitten verwende ich ich dann am liebsten das ganz frische Organ und trachte mit sehr scharfem Rasirmesser solche von möglichster Feinheit zu erhalten. Will die Sache nicht recht gehen, so hilft eine Einschmelzung des ganzen Organes oder eines Theiles desselben in Paraffin.

Gute Flächenpräparate von einigermassen grösserer Ausdehnung sind ungleich schwieriger darzustellen, es muss die Oberhaut und Malpighi'sche Schicht einerseits und der Knorpel anderseits und zwar mit der allergrössten Vorsicht und Schonung abpräparirt werden, was immerhin einige Uebung und Geduld erfordert. Am besten verwendet man hierzu verhältnissmässig sehr junge Individuen und es ist nothwendig das betreffende Organ vorher in sehr schwachen Lösungen der Chromsäure von 0,02 bis 0,04 Prozent oder in Jodserum etwas zu maceriren. Auch eignen sich solche Präparate nur für mittelstarke Vergrösserungen weil sie selbst bei vollkommenster Präparation immer etwas zu dick bleiben.

Unmittelbar vor der Untersuchung pflege ich die Präparate für einige Augenblicke der Einwirkung eines essigsauren Alkoholgemisches von verschiedener Concentration auszusetzen.

Die Anwendung des Chlorgoldes habe ich wenigstens für dieses Organ ganz aufgegeben und von Tinctionen auch nur einen äusserst beschränkten Gebrauch gemacht.

Zur Aufbewahrung der Präparate verwende ich schwach angesäuertes Glycerin für sehr feine Objekte, die aber in Glycerin leicht

allzu durchsichtig werden, nach dem Rathe Max Schultze's eine nahezu concentrirte wässerige Lösung des essigsauren Kali mit trefflichem Erfolg.

Die genauere Betrachtung des Ohrknorpels so wie der an der Basis des äusseren Ohres befindlichen Muskeln übergehe ich ganz, weil sie einestheils nichts Aussergewöhnliches oder von anderen Thieren Abweichendes darbieten, anderentheils mit dem eigentlichen Objecte meiner Untersuchungen in keinem direkten Zusammenhange stehen; dagegen erscheint ein genaueres Eingehen in die feinere Struktur der äusseren Bedeckung des Ohres zum Verständniss des feineren Nervenverlaufes als unentbehrlich.

Oberhaut.

Die Oberhaut besteht aus einer Lage rundlich polygonaler Plättchen, welche im Durchschnitt einen Durchmesser von 0,0185 Mm. besitzen. Jedes Plättchen der Oberhaut besitzt in seiner Mitte ein kleines Häufchen von glänzenden braunen Pigmentkörnern. Bei albinotischen Igeln fehlen diese Pigmenthäufchen gänzlich, und die Oberhautplättchen sind ganz farblos und durchsichtig.

Im natürlichen Zustand ist die Oberhaut in zahlreiche Falten und Fältchen gelegt, welche zumeist eine longitudinale zur Längsaxe des Ohres parallele Richtung einhalten, wodurch es bei oberflächlicher Betrachtung den Anschein hat, als seien die Oberhautplättchen von rhomboidaler Gestalt, weil ohne Anwendung von Reagentien die Grenzen eines jeden einzelnen Plättchens nicht sichtbar sind, dagegen aber die braunen Pigmenthäufchen, in den durch die Fältchen gebildeten länglich rhomboidalen Feldern liegend, eine derartige Gestalt der Plättchen vortäuschen.

In jeden Haarbalg stülpt sich das Oberhäutchen trichterförmig ein und es erscheint in diesem Trichter die Faltung und Fältelung desselben besonders zierlich und dicht. In den oberen Partien des Trichters bilden die Fältchen rhomboidale Feldchen, in denen die braunen Pigmenthäufchen sichtbar sind. Weiter nach abwärts werden die Rhombi beständig schmäler und schmäler, bis endlich in den unteren Theilen des Trichters die Falten und Fältchen dicht aneinanderliegen und demselben ein langreihiges oder der Länge nach gestreiftes Ansehen verliehen.

Das Stratum Malpighii.

Die Malpighi'sche Schicht besteht ihrer Hauptmasse nach aus rundlich-ovalen Zellen, welche einen Durchmesser von 0,0037—0,0071 Mm. besitzen und in ihrem Inneren gelbbraunes bis dunkelbraunschwarzes Pigment enthalten. Einzelne dieser Zellen, namentlich die, welche dunkelbraunschwarzes Pigment enthalten, sind von demselben ganz angefüllt, andere, namentlich mit blässerer Pigmentirung, zeigen dasselbe nur an einer Seite angehäuft, während die andere, gewöhnlich den Kern enthaltende Seite pigmentfrei bleibt. Endlich gibt es viele Zellen, die ziemlich blass sind und nur wenig gelbbräunliches Pigment eingestreut enthalten.

An der untersten Grenze der Malpighi'schen Schicht befindet sich ein Netz von grossen dunkles Pigment enthaltenden Zellen von äusserst polymorpher Gestalt, welche in ziemlich gleichen Abständen von einander regelmässig zerstreut liegen.

Ihr Durchmesser beträgt 0,0148—0,0186 Mm., sie sind durchweg mit dunkelbraunschwarzem Pigment dicht angefüllt, nur in ihrer Mitte bleibt die Stelle des Kerns mehr oder weniger blass; ihre Gestalt ist bald rundlich, bald länglich, bald dreieckig, bald viereckig, bald polygonal und nähert sich häufig der Sternform mit unregelmässigen Ausläufern. Die Entfernung der einzelnen Zellen von einander beträgt im Mittel 0,0198 Mm.

Durch diese zweierlei verschieden grossen, verschieden geformten und verschieden pigmentirten Zellformen, und namentlich durch die regelmässige Vertheilung der grösseren erhält die Malpighi'sche Schicht besonders von unten betrachtet ein prachtvolles tigerartig gemustertes Aussehen.

Beiderlei Zellen der Malpighi'schen Schicht bekleiden die trichterartige Einstülpung des Oberhäutchens an jedem Haarbalg bis zur Einmündungsstelle der Talgdrüsen, woselbst die grössere Zellform verschwindet, die kleinere kontinuirlich in die Zellen der Ausführungsgänge der Talgdrüsen und die der Wurzelscheide, insoweit von einer derartigen gesprochen werden kann, übergeht.

Selbst bei albinotischen Igeln ist die Malpighi'sche Schicht nie vollkommen pigmentfrei. Namentlich enthalten die grossen Zellen stets etwas, wenn auch sparsames und sehr blasses Pigment.

Die Lederhaut.

Das Stroma der Lederhaut besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit zahlreichen eingestreuten Bindegewebskörperchen.

Die Bindegewebskörperchen in der tiefsten Lage der Cutis unmittelbar über dem Knorpel sind von gewöhnlicher spindelförmiger Gestalt und pigmentlos, weiter nach aufwärts in gleichem Niveau mit den untersten Theilen der Haarbälge werden dieselben allmälich grösser, walzig-oval von Gestalt und mit einzelnen staubförmigen Pigmentkörnchen wie bestreut. Noch weiter nach aufwärts werden sie noch grösser, oval von Gestalt, etwa winzigen Ameiseneiern gleichend und sind an der ganzen Oberfläche mit feinsten Pigmentkörnchen besäet. Noch weiter nach oben etwa in gleichem Niveau mit den Talgdrüsen verlieren sie bei abermaliger Grössenzunahme ihre ovale Gestalt, werden häufig dreieckig, mitunter polygonal und gehen in der obersten Schicht der Cutis unmittelbar unter der Malpighi'schen Schicht in sternförmige Pigmentzellen mit zahlreichen Ausläufern über.

Diese sternförmigen Zellen liegen unmittelbar unter der Malpighi'schen Schicht und erstrecken sich bis etwa zu dem Niveau der Talgdrüsen. Ihre Grösse ist mitunter sehr bedeutend variirt aber ungenau. Einzelne messen vom äussersten Ende des einen Ausläufers zum entgegengesetzten 0,0840 Mm.

Sie sind ganz mit schwarzbraunem Pigment angefüllt, nur in der Mitte bleibt die Stelle des Kernes pigmentfrei.

Ihre Gestalt ist im Ganzen sternförmig, doch höchst polymorph mit den verschiedenartigsten, mitunter verästelten und wieder verschmelzenden Ausläufern von verschiedenster Länge, die häufig mit den benachbarten Zellen zusammenstossen und so zu anastomosiren scheinen.

An gut gelungenen Querschnitten kann man den ganz allmälichen Uebergang der colossalen, vielfach verästelten Pigmentzelle unter der Malpighi'schen Schicht bis zum winzigen spindelförmigen farblosen Bindegewebskörperchen in der Nähe des Knorpels in prachtvollster Weise zur Ansicht bekommen, indem die Zellen je weiter sie sich von der Oberfläche entfernen an Gestalt immer weniger complicirt werden, an Grösse und Pigmentreichthum beständig abnehmen.

Zur Untersuchung dieser Verhältnisse eignen sich am besten die dunkelsten Varietäten der Igel und ganz ausgewachsene Exem-

plare. An albinotischen Igeln sind alle diese Zellen vollständig pigmentlos und namentlich sind die obersten sternförmig verästelten ohne Anwendung von Reagentien gar nicht wahrnehmbar.

Das elastische Gewebe der Lederhaut.

Unmittelbar unter der Malpighi'schen Schicht befindet sich eine dünne Schicht, welche aus eng verfilzten elastischen Fäden von unmessbarer Feinheit besteht.

Von dieser elastischen Schicht nach abwärts steigen gleich zierlichen Säulengängen Bündel elastischer Fasern von verschiedener Stärke und gehen zwei bis drei übereinander liegende arkadenartige Bogen bildend ineinander über. Die zelligen Zwischenräume zwischen den Säulengängen und Bogenwölbungen werden von schwächeren Bündeln und einzelnen elastischen Fasern, die mit den ersteren zusammenhängen, netzartig durchflochten.

Von den Wölbungen der Arkaden gehen wieder einzelne Bündel elastischer Fasern aus und bilden, sich verschiedentlich kreuzend und an Knotenpunkten wieder verschmelzend, ein zunächst weitmaschiges Netz, dessen zellige Zwischenräume abermals wieder von feineren Bündeln und einzelnen Fasern durchkreuzt werden.

Je weiter sie jedoch nach abwärts gelangen, um so schwächer werden durch beständige Verästlung und Abgeben von einzelnen Fasern die Bündel, desto enger, langgestreckter und undeutlicher werden die Maschen, bis endlich ungefähr gegen die Mitte des Stromas der Cutis sie sich sämmtlich in einzelne Fasern von unmessbarer Feinheit aufgelöst haben, welche dann weiter nach abwärts die Cutis gleichmässig filzartig durchsetzen, um am Knorpel wieder eine zusammenhängende dichte verfilzte Schicht zu bilden.

Die elastische Schicht unmittelbar unter dem Stratum Malpighii betheiligt sich meiner Ansicht nach an der trichterförmigen Einstülpung der Oberhaut und des Malpighi'schen Stratums an jedem Haarbalge, bildet daselbst am Trichter, die beiden erstgenannten umhüllend, ein äusserst feines strukturloses Häutchen, welches man bis in die Ausführungsgänge der Talgdrüsen verfolgen kann und von dem ich glaube, dass es weiter nach abwärts als die sogenannte Glashaut des Haarbalges sich fortsetzt.

Lässt man ein Präparat in einer sehr schwachen Chromsäure-

lösung von etwa 0,01 Prozent oder auch in anderen Flüssigkeiten durch längere Zeit maceriren, so gelingt es mitunter bei Beseitigung der Oberhaut und Malpighi'schen Schicht stellenweise auch deren Einstülpungen in die Haarbälge sammt den Haaren und der den Wurzelscheiden entsprechenden Zellenmassen zu entfernen. Die Talgdrüsen bleiben dann gewöhnlich zurück und am unteren Theile des Haarbalges sieht man die leeren Faserschichten desselben und bei gelungener Präparation oder Schnittführung auch die Glashaut.

An solchen Präparaten sieht man nun ganz deutlich ein äusserst feines strukturloses Häutchen sich von der Oberfläche trichterförmig gegen die Einmündungsstelle der Talgdrüsen erstrecken. Auch kann man bei günstig gelegenen Präparaten wahrnehmen, wie am oberen Ende dieses Häutchens zahlreiche elastische Fasern von unmessbarer Feinheit in dasselbe förmlich überzugehen scheinen, auch während der ganzen Ausdehnung sieht man Fäden, wenn auch weniger zahlreich von demselben ausgehen.

An diesem trichterförmigen Häutchen kann ich selbst bei den stärksten Vergrösserungen und bei Anwendung der verschiedensten eingreifendsten Reagentien keine Struktur nachweisen. Das einzige was man an ihr bemerkt, ist, dass sie zuweilen wenigstens stellenweise an guten Präparaten längs des ganzen Trichters von der Oberfläche bis zur Einmündung der Talgdrüsen äusserst feine dichtstehende Längsfältchen zeigt, welche anfangs fast den Eindruck von Längsfasern oder Längsstreifen machen, bei andauernder Beobachtung jedoch und bei verschiedener Stellung und Beleuchtung des Objektes sich als Fältchen darstellen.

Da nun die sogenannte Glashaut des Haarbalges genau dasselbe Aussehen und Verhalten besitzt und sich von unten nach aufwärts gleichfalls bis zur Einmündungsstelle der Talgdrüsen verfolgen lässt, so glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass diese beiden Membranen mit einander zusammenhängen oder mit anderen Worten ein und dieselbe Membran sind, welche von oben her mit den elastischen Elementen der obersten Cutisschichte zusammenhängend die trichterförmige Einstülpung des Oberhäutchens und der Malpighischen Schicht bis zur Einmündungsstelle der Talgdrüsen umhüllt, sich hier höchst wahrscheinlich auf die Talgdrüsen umschlägt, dieselben umhüllt und weiter nach abwärts unterhalb der Ausführungsgänge der Talgdrüsen die sogenannte Glashaut des Haarbalges darstellt.

An den Talgdrüsen selbst konnte ich sie bis jetzt nicht isoliren,

glaube jedoch aus den oben angeführten Thatsachen zu obigem Schlusse berechtigt zu sein.

Zur Untersuchung der elastischen Elemente der Cutis eignen sich am besten ältere Exemplare albinotischer Igel, wo das Pigment der Untersuchung nicht hinderlich ist.

Haare.

Die Haare des äusseren Ohres erreichen im Durchschnitt eine Länge von 2 bis 2,5 Mm. An der Basis, wo sie unmittelbar aus dem Haarbalg heraustreten, sind sie am dünnsten, ihr Durchmesser beträgt daselbst 0,0296 Mm., weiter nach aufwärts werden sie allmälich stärker und stärker und erreichen etwas über der Mitte ihre grösste Dicke. Der Durchmesser beträgt daselbst 0,0555 Mm., von da nehmen sie an Dicke wieder beständig ab, bis sie mit ziemlich feiner Spitze enden.

Die Plättchen des Oberhäutchens sind an der Basis des Haares nahezu ebenso hoch als breit, und drei bis vier derselben genügen, um die ganze Peripherie des Haares zu umspannen. Ihr oberer Rand ist mit scharfen ungleichen Zähnen versehen. Weiter nach oben nimmt die Höhe der Plättchen beständig ab, und ihre oberen Ränder bilden scharfzackige unregelmässige Wellenlinien. Weiter nach abwärts in den Haarbalg hinein werden die Plättchen mehr rundlich und verschwinden unterhalb der Einmündungsstelle der Talgdrüsen gänzlich. Das Markgewebe bildet einen sehr dünnen Strang in der Mitte des Haares, welcher ziemlich hoch über der Basis erst beginnt und weit von der Spitze entfernt bereits endet. Die Zellen desselben sind rundlich polygonal. Ohne Anwendung von Reagentien ist er nicht sichtbar und fehlt häufig gänzlich, namentlich bei dunkelpigmentirten und schwächeren Haaren. Das Fasergewebe dagegen zeigt auch ohne Reagentien längs des ganzen Haares eine zierliche feine Längsstreifung. Am untersten Theile des Haares, welcher sich bereits im Balge befindet, ist diese Streifung am auffallendsten und unterhalb der Einmündungsstellen der Talgdrüsen bemerkt man an demselben ziemlich tiefe Furchen und Risse. Noch weiter nach abwärts theilen sich die Faserzellen in zahlreiche einzelne Bündel, welche endlich strahlig besenförmig auseinanderfahren und von denen ein jedes mit scharfer Spitze zwischen den hier befindlichen, den Wurzelscheiden entsprechenden Zellen endet.

Die meisten Haare selbst nicht albinotischer Individuen enthalten

kein Pigment, nur einzelne sind mit dunklerem braunen Pigment versehen, welches dann meist in Körnchenform in Längsstreifen geordnet erscheint.

Die Stellung der Haare ist eine regelmässige und die Distanzen zwischen den einzelnen so ziemlich gleich, sie betragen im Mittel 0,25 Mm.

Die Haarbälge.

Wie bereits erwähnt wurde, bilden Oberhaut, Stratum Malpighii und eine feine strukturlose Haut, welche mit den elastischen Elementen der obersten Cutisschichte zusammenhängt, an jedem Haarbalge eine trichterförmige Einstülpung, welche sich bis zur Einmündungsstelle der Talgdrüsen allmälich und gleichmässig verdünnt. An der obersten weitesten Oeffnung beträgt der Durchmesser des Trichters 0,229 Mm., am unteren schmalsten Theil der Röhre unmittelbar über den Ausführungsgängen der Talgdrüsen 0,083 Mm. Die ganze Länge des Trichters von der Oberfläche bis zu der letztgenannten Stelle beträgt 0,322 Mm. Die innerste Auskleidung des Trichters bildet das zierlich längsgefältelte Oberhäutchen, dessen Plättchen äusserst zart werden, ihre Pigmentkörner endlich verlieren und sich bis nahezu zur Einmündungsstelle der Talgdrüsen verfolgen lassen, woselbst das Oberhäutchen mit schwer wahrnehmbarer Grenze aufhört.

Das Stratum Malpighii verliert ungefähr in der unteren Hälfte des Trichters seine grösseren polymorphen Zellen, während sich seine kleineren rundlich polygonalen unmittelbar in die Ausführungsgänge der Talgdrüsen und zwischen diesen in die tieferen Partieen des Haarbalges fortsetzen.

Die zumeist nach aussen gelegene strukturlose Haut lässt sich bis in die Ausführungsgänge der Talgdrüsen verfolgen und es ist mehr als wahrscheinlich, dass sie sich zwischen denselben nach abwärts fortsetzt und mit der weiter abwärts am Haarbalg wahrnehmbaren strukturlosen Haut ein und dasselbe ist.

Die beiden Faserhäute fehlen am Trichter, das umliegende Bindegewebe ist weder verdichtet noch irgendwie vom gewöhnlichen verschieden. Dagegen erscheinen die Trichter von elastischen Fäden und verästelten Pigmentzellen umsponnen, eigene Capillaren oder Nerven besitzen sie nicht. Unterhalb der Einmündungsstellen der Talgdrüsen ist die Gestalt des Haarbalges eine Strecke weit cylin-

drisch oder walzenförmig. Der Durchmesser dieses walzenförmigen Theiles ist entweder gleich oder etwas weniges grösser als der des untersten Theiles des Trichters; die Länge beträgt 0,0996 Mm. Die Hülle desselben bildet eine feine strukturlose Membran, im Inneren ist derselbe von einer Schicht schöner, rundlich polygonaler kernhaltiger, gelbbräunlicher Zellen ausgekleidet, welche nach abwärts zu rundlich viereckig und endlich etwas länglich werden. Sie sind eine direkte Fortsetzung der Zellen des Stratum Malpighii des Trichters. Diese ganze cylindrische Partie des Haarbalges wird von aussen her von einem dichten Gewinde dunkelrandiger Nervenfaser, von dem später die Rede sein wird, umwickelt. Dieses Nervengewinde endlich wird nach aussen zu von Bindegewebe umgeben, welches theils die Längsrichtung theils die Querrichtung einhält, und somit bereits die beiden Faserhäute andeutet.

Unterhalb des cylindrischen Theiles ist der Haarbalg birnförmig elliptisch von Gestalt und besteht aus einem soliden, keinerlei Höhlung enthaltenden Zellkörper, in dessen Mitte die besenförmig zerfaserte Haarwurzel endet. Der grösste Durchmesser etwas oberhalb der Mitte des elliptischen Zellkörpers beträgt 0,145 Mm., die Länge desselben 0,289 Mm.

Die Zellen, aus denen der Zellkörper zusammengesetzt ist, sind länglich von Gestalt, besitzen ovale Kerne und sind blass bräunlich von Farbe. Sie sind eine unmittelbare Fortsetzung der Zellen des cylindrischen Theiles des Haarbalges und somit auch der Malpighi'schen Schicht. Ihre Anordnung ist eine sehr regelmässige und zierliche; sie sind nämlich sämmtlich so gelagert, dass ihre Längsaxen strahlig gegen das gemeinsame Centrum, wo sich das zerfaserte Haarende befindet, gerichtet sind, wodurch der ganze Zellkörper ein sehr schönes radiäres Aussehen gewinnt.

Umhüllt wird der Zellkörper von einer äusserst feinen strukturlosen Membran, welche jedoch ungemein schwierig darzustellen ist, und an seiner Oberfläche verlaufen der Länge nach von oben nach abwärts zu einander parallel in gleichen Abständen von einander eine Menge von Nervenfasern, welche ihm bei höherer Einstellung des Focus an gelungenen Exemplaren ein sehr schönes längsrippiges Aussehen verleihen.

Am unteren verschmälerten Ende des elliptischen Zellkörpers befindet sich ein knopfförmiger rundlich ovaler Anhang, der zugleich den Haarbalg nach abwärts abschliesst. Der Längsdurchmesser

derselben beträgt 0,0591 Mm., der Querdurchmesser 0,0915 Mm. Es enthält keinerlei Zellen und besteht blos aus schlingenförmigen Umbeugungen der obengenannten rippenförmig verlaufenden Nerven, welche den Zellkörper nach abwärts solchergestalt um ein weniges überragen.

Ich nenne dieses ovale Gebilde Nervenknäuel, obgleich er aus keiner Aufwickelung einer einzelnen Nervenfaser, sondern nur aus einzelnen Schlingen besteht und zwar wegen der Analogie, die dieses Gebilde bei anderen Thieren namentlich bei der Maus besitzt, wo wahre Knäule vorkommen. Sowohl der Zellkörper als der terminale Nervenknäuel sind nach aussen zu von den beiden Faserhäuten umhüllt. Die innere Faserhaut ist ziemlich mächtig, ihre Fasern haben eine quere Richtung und sie zeigt zahlreiche gleichfalls quer gelegene, länglich spindelförmige Bindegewebskörperchen mit oft deutlichen Kernen. Die äussere oder Längsfaserhaut ist schwächer, ihre Fasern und Bindegewebskörperchen halten die Längsrichtung.

Eigene Capillaren besitzen die beiden Faserhäute nicht, sondern diese ganze Partie des Haarbalges erscheint bloss von sehr weitmaschigen Capillargefässen, welche mit denen der Talg- und Schweissdrüsen zusammenhängen, umsponnen.

Die unterste Partie jedoch, wo sich der Nervenknäuel befindet, ist von einem ungemein dichten sehr engmaschigen und sehr zierlichen Capillarnetz umsponnen. Von eigentlichen Wurzelscheiden wie bei anderen Haaren kann bei einer derartigen Struktur des Haarbalges nicht die Rede sein.

Die zellige Auskleidung des cylindrischen Theiles des Haarbalges sammt dem ganzen soliden elliptischen Zellkörper entsprechen als direkte Fortsetzungen der Malpighi'schen Schicht der äusseren Wurzelscheide.

Ein Analogon der inneren Wurzelscheide gibt es nicht; ausser man wollte die innersten Zellen des Zellkörpers, zwischen denen die Fasern des Haares unmittelbar enden und welche etwas kleiner, zarter und blässer sind als die äusseren, ohne sich jedoch anderweitig von ihnen zu unterscheiden oder abzugrenzen, als solches auffassen. Noch viel weniger kann von einer Haarpapille die Rede sein, da die Haarwurzel zerfasert zwischen den Zellen des Zellkörpers endend gar nicht vorhanden ist.

Die Nerven der Haarbälge.

Zu jedem Haarbalge treten ein mächtiges oder zwei schwächere, aus marklosen Fasern bestehende Nervenstämmchen.

Ist ein einziges Nervenstämmchen vorhanden, so spaltet es sich bevor es den cylindrischen Theil des Haarbalges erreicht, häufig gabelig in zwei gleich starke Aeste, welche beide zum Haarbalg gelangen. Sind zwei Stämmchen vorhanden, was sehr häufig der Fall ist, so kommen sie gewöhnlich von entgegengesetzten Seiten zum Haarbalg und sind dann stets gleich stark; in allen Fällen, wo sich die Zahl ihrer Fasern ermitteln liess, war sie stets genau dieselbe.

Am cylindrischen Theile des Haarbalges angelangt, gehen die Nervenfasern an denselben und umwickeln ihn seiner ganzen Ausdehnung nach mit ungemein zahlreichen dichten Windungen, und bilden auf diese Weise einen prachtvollen, Nervenring, der den ganzen cylindrischen Theil des Haarbalges umhüllt.

Von der Innenfläche dieses Ringes biegen zahlreiche Nervenfasern nach abwärts und verlaufen parallel zu einander, längsrippenartig die Oberfläche des elliptischen Zellkörpers bekleidend, nach abwärts bis zur unteren Spitze desselben und bilden diese überragend, indem sie daselbst schlingenförmig umbiegen, einen rundlich ovalen Nervenknopf oder Nervenknäuel. Die Längsfasern am elliptischen Zellkörper stehen gewöhnlich etwas dichter, als ich es in der Zeichnung angegeben habe, oft verlaufen sie ganz dicht nebeneinander. Die Zeichnung wäre aber gar zu komplicirt und unklar geworden, wenn ich die Längsrippen so dicht gezeichnet hätte.

Die Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen umgeben in zierlicher Sternform jeden Haarbalg; ihre Anzahl, Grösse und Form jedoch ist ungemein variabel.

Im Allgemeinen kann man annehmen, dass an den Haaren, die an der Spitze des äusseren Ohres gelegen sind, die wenigsten kleinsten und am einfachsten gestalteten Talgdrüsen sitzen, und dass dieselben je weiter man sich der Basis des Ohres nähert an Zahl, Grösse und Vielgestaltigkeit stetig zunehmen. Die geringste Anzahl derselben, was jedoch ungemein selten vorkommt, ist 3, die grösste, was häufig der Fall, ist 7 bis 9. Ihre Grösse schwankt zwischen weiten Grenzen, im Mittelmass kann man ihren Längsdurchmesser mit 0,925 Mm., ihren Querdurchmesser mit 0,0555 Mm. angeben.

Die Gestalt der kleineren ist keulenförmig mit rundlichen buchtigen Hervorwölbungen. Die grösseren gewinnen allmälich ein verschiedenartig lappiges Ansehen, die grössten sind mitunter zierlich traubig zusammengesetzt.

Die kleineren liegen gewöhnlich in einer einzigen Masche der Capillaren, die grossen werden von zierlichen Netzen umsponnen. Sie besitzen eine zarte bindegewebige Hülle, vielleicht auch ein feines strukturloses Häutchen, von dem ich oben gesprochen habe, das ich aber nicht isolirt darstellen konnte.

Die Zellen ihres Ausführungsganges sind eine unmittelbare Fortsetzung derer des Stratum Malpighii des trichterförmigen Theiles des Haarbalges und unterscheiden sich durch nichts von demselben. Weiter gegen das Innere der Drüse zu werden sie grösser, besitzen einen Durchmesser von 0,0138 Mm., sind rundlich polygonal von Gestalt und besitzen schöne, ovale, grosse, fettglänzende Kerne, ausserdem oft winzige Fetttröpfchen im Inneren zerstreut.

Die Schweissdrüsen.

Wenn schon die Talgdrüsen in Bezug auf Grösse, Form und Anzahl grossen Schwankungen unterworfen sind, so ist dies bei den Schweissdrüsen in noch weit grösserem Maasse der Fall, und es erstrecken sich hier die verschiedensten Schwankungen, nicht nur auf verschiedene Regionen eines und desselben Organes, sondern es gibt hierin auch eine grosse Verschiedenheit bei verschiedenen Individuen. Es gibt einzelne Thiere, bei denen fasst in jedem Haarbalg eine Schweissdrüse einmündet, während dieselben bei anderen Individuen nur äusserst spärlich vorhanden sind. Im grossen Ganzen kann man sagen, dass sie in den obersten Partieen des Organes gewöhnlich fehlen, weiter nach abwärts an Zahl und Grösse stetig zunehmen. Auch muss erwähnt werden, dass nicht alle in den trichterförmigen Theil der Haarbälge einmünden, sondern dass es auch oft welche giebt, die von den Haarbälgen unabhängig mit selbstständigen Ausführungsgängen, die dann nach oben zu gleichfalls eine trichterförmige Gestalt annehmen, ausmünden.

Was die Grösse anbelangt, so kann man sagen, dass dieselbe im Allgemeinen eine kolossale ist; ich habe einzelne gemessen, bei denen die Gesammtlänge des Schlauches die enorme Länge von 4 Mm. betrug, vielleicht giebt es noch längere, die Länge des Ausführungsganges beträgt 0,83 Mm. und darüber. Der Durchmesser

der Schläuche schwankt zwischen 0,0415 und 0,1245 Mm. Die Durchmesser der Ausführungsgänge betragen ungefähr die Hälfte.

Die Gestalt der Drüsen ist schlauchförmig, jedoch kommen schon bei den kleineren einzelne Gabeltheilungen des Schlauches oder blindsackförmige Ausstülpungen vor, in viel grossartigerem Maassstab kommt dies an andern grossen und grössten Drüsen vor. Wiederholte Gabeltheilungen und blindsackartige Ausstülpungen sind hier an der Tagesordnung, ja es kommen auch, wenn auch selten, anastomotische Verbindungen zwischen je zwei Gabelzweigen einer Drüse vor.

Die kleineren Drüsen winden sich schlangengleich frei zwischen den übrigen Gebilden der Cutis, die grösseren erscheinen häufig, die grössten fast stets in dichtgedrängte Packete von ungleichem Maass rundlich viereckig oder in länglicher Gestalt zusammengewunden, welche zusammengeschnürten Waarenballen nicht unähnlich sehen. Die Durchmesser derartiger Packete betragen oft 1,5 Mm. und darüber. Die einzeln sich herumschlängelnden Drüsen slnd von ziemlich weitmaschigen Capillaren umgeben, zwischen denen sie sich verschiedentlich hindurchschlingen.

Die Drüsen sind von zahlreichen Blutgefässen und Capillaren, welche ziemlich enge Maschen bilden und in das Innere der Packete eindringen, umsponnen.

Die Ausführungsgänge besitzen eine bindegewebige Hülle, deren zahlreiche Kerne die Längsrichtung einhalten und eine Membrana propria. Die sie auskleidenden Zellen unterscheiden sich in nichts von denen der Malpigh'ischen Schicht, deren unmittelbare Fortsetzung sie darstellen.

Am Drüsenschlauche selbst befindet sich unter der bindegewebigen Hülle, deren zahlreiche Kerne gleichfalls zur Längsaxe der Drüse parallel gelagert sind, ein Beleg glatter Muskeln, welcher dem Drüsenschlauche selbst ein schönes längsstreifiges Aussehen verleiht. Die Zellen der Schläuche sind rundlich oval, 0,0092 Mm. gross, enthalten einen, mitunter auch zwei Kerne und einzelne Fetttröpfchen.

Die Blutgefässe.

Was die Blutgefässe des äusseren Ohres anbelangt, so will ich eine Schilderung ihres Verlaufes ganz übergehen, da sie nichts Bemerkenswerthes oder sonst Abweichendes darbieten.

Nur das eine möchte ich erwähnen: Dass die Capillaren der obersten Schicht unmittelbar unter dem Stratum Malpighii braunschwarz pigmentirte Kerne besitzen, ja bei sehr dunklen Varietäten mitunter längs ihres ganzen Verlaufes mit dunklen braunen Pigmentkörnern wie bestreut sind.

Die Nerven.

Das äussere Ohr des Igels ist ein ungemein nervenreiches Organ.

Die grössten und grossen Nervenstämme und Aeste liegen in der tiefsten Schicht unmittelbar über dem Knorpel, welchen sie häufig durchbohren, und treten mit den jenseits des Knorpels gelegenen Nervenstämmen der anderen Seite des Ohres in Verbindung. Die Stärke dieser Nervenstämme beträgt an der Basis bis 0,1845 Mm.

Die Verästelung derselben ist im Allgemeinen eine baumförmig dichotomische, doch kommen hin und wieder bereits zwischen diesen starken Nerven und deren Aesten Maschenbildungen oder Verbindungen der verschiedensten Art vor.

Direkte enge Maschen werden häufig gebildet, indem ein Ast vom Stamme sich wegbegibt und nach kurzem Verlaufe wieder zu demselben Stamme zurückkehrt, um sich wieder mit ihm zu verschmelzen. Auch bilden nebeneinander verlaufende Nerven dadurch enge Maschen, indem sie gegenseitig in einer Zahl von Fasern miteinander auslaufen; die Gestalt derartiger Maschen ist dann gewöhnlich eine länglich viereckige.

Verbindungen zwischen je zwei Nervenstämmen kommen zahlreich und in mannichfaltiger Weise vor. Nicht selten kommt eine theilweise Kreuzung eines Theiles der Nervenfasern vor, wodurch eine chiasmenartige Verbindung zu Stande kommt. In andern Fällen streicht ein Theil der Nervenfasern des einen Stämmchens in schiefer Richtung zum andern und stellt auf diese Weise eine schiefe Brücke zwischen beiden dar; grade Querbrücken oder Queranastomosen sind sehr selten.

In noch andern Fällen gehen zwei Nervenstämmchen bogig in einander über und bilden auf diese Weise Schleifen oder Schlingen. Der knorpeldurchbohrenden Verbindungen, wodurch Nerven der einen mit der jenseitigen analogen Nervenschicht verbunden werden, habe ich bereits früher Erwähnung gethan.

Die feineren Zweige dieser Nervenstämme dringen, ohne einigermassen abgegränzte Schichten zu bilden, allmählig in die höheren Schichten der Cutis, bis sie gleiches Niveau mit den unteren und mittleren Theilen des Haarbalges erreichen. Ihre Verästelung ist eine theils baumförmige, theils im höchsten Grade unregelmässig netzförmige.

Der Durchmesser dieser Nervenäste ist gleichfalls höchst variabel, er schwankt etwa zwischen 0,083—0,0415 Mm.

Direkte enge Maschenbildungen kommen am wenigsten vor, viel haufiger sind weite unregelmässige Maschen, an denen sich im weiteren Verlauf mehrere Stämmchen von ungleicher Stärke betheiligen. Endlich begibt sich ein Theil dieser Nerven entweder einzeln oder zu zwei zu den Haarbälgen, wie bereits oben angegeben wurde.

Weiter nach aufwärts gegen die Malpighi'sche Schicht zu werden die Nerven durch fortgesetzte Theilungen und Abgabe von Nebenästen stets feiner und feiner, bis sie endlich nur vier oder zwei Fasern enthalten. Auch diese feineren und feinsten aus marklosen Fasern bestehenden Nerven lassen sich in keine besondere Schicht abgrenzen, sondern entwickeln sich ganz allmählig, und es gibt auch bei ihnen das für die stärkeren, tieferen Stämmchen angegebene Verbreitungsgesetz, nämlich theils dichotomische oder baumförmige, verästelte, theils polymorphe Netzbildung.

In den obersten Schichten der Cutis, unmittelbar unter dem Stratum Malpighii, verlieren diese schwächsten, aus 2 bis 4 Fasern bestehenden Nervenästchen ihre Hüllen und werden blass, anderseits entspringen von ihnen seitlich gewöhnlich zu zweien, selten einzeln, meist unter rechten Winkeln blasse Fasern. Diese blassen Nervenfasern sind ziemlich stark, sie besitzen im Mittel den Durchmesser von 0,0025 und bilden im gleichen Niveau mit den obersten Capillaren, theilweise über denselben, ein schönes, unregelmässiges Netz, indem die einzelnen blassen Fasern mit einander anastomosiren und an den Knotenpunkten Anschwellungen von sehr verschiedener Gestalt besitzen. Auf diese Weise entstehen theils direkte enge Maschen, was jedoch seltener der Fall ist, theils weitere indirekte, indem erst nach weiterem Verlauf, nach wiederholter Anastomosenbildung eine Masche zum Abschluss kommt; ein Theil dieser Fasern begibt sich über dieses Netz, wird beständig schwä-

cher, bis zu unmessbarer Feinheit, und bildet ganz unmittelbar unter den Zellen des Stratum Malpighii ein ganz ähnliches Netz wie das vorher beschriebene, nur dass die Anschwellungen an den Knotenpunkten kleiner und sparsamer sind.

Wenngleich diese beiden blassen Netze unmittelbar und allmählig in einander übergehen und eine strenge Scheidung in zwei Schichten nicht thunlich erscheint, so kann man doch an jeder Stelle blasse, tiefere, stärkere Netze von dem feineren, höher gelegenen Terminalnetz unterscheiden.

Die Anschwellungen an den Knotenpunkten des blassen Nervennetzes sind äusserst polymorph, bald dreieckig, bald viereckig, bald polygonal, bald ganz unregelmässig. Oft sind es förmliche Nervenmembranen von sehr verschiedener Gestalt, die wie durchlöchert erscheinen. Oft bilden membranöse oder bänderartige Ausbreitungen der blassen Nerven an derartigen Knotenpunkten ein zierliches Netz, das dem Plexus mesentericus stellenweise nicht unähnlich sieht.

Schlussbemerkungen.

Da das Verhalten der von mir oben als Haarbalgnerven bezeichneten Nervenäste am Haarbalge selbst und ihre Endigungsweise den wichtigsten und interessantesten, zugleich aber auch den schwierigsten Theil meiner ganzen Arbeit darstellt, so will ich noch mit wenigen Worten den Untersuchungsgang darstellen und daran einige vergleichende Bemerkungen knüpfen.

Es unterliegt gar keiner Schwierigkeit, bei einiger Uebung in der Anfertigung guter Präparate und bei richtiger Anwendung der passenden Reagentien an jedem Haarbalge, der dem äusseren Ohre des Igels entnommen ist, am cylindrischen Theile desselben, unmittelbar unter der Einmündungsstelle der Talgdrüsen, ein dichtes und schönes Gewinde wahrzunehmen und nachzuweisen.

Die Stärke der einzelnen Fasern dieses Gewindes, ihr optisches Verhalten, ihr Verhalten gegen Reagentien ist genau dasselbe, wie das der marklosen Nervenfasern benachbarter Nervenstämmchen, auch gelingt es mitunter, Kerne in ihren Hüllen wahrzunehmen.

Schwieriger schon ist der Nachweis des direkten Zusammenhanges dieses Gewindes mit einem oder zwei Nervenstämmchen.

An Querschnitten des äusseren Ohres, die den ganzen Haarbalg unversehrt enthalten, muss man vom Glück ganz besonders

begünstigt sein, wenn der Nerv gerade so zu liegen kommt, dass man seinen Uebergang in das Gewinde unzweifelhaft sehen kann. Man kann oft lange arbeiten und zahllose Schnitte anfertigen, und kein einziger ist hierzu geeignet. Viel sicherer und rascher gelangt man zum Ziele, wenn man mit einem sehr scharfen Rasirmesser äusserst feine Schnitte senkrecht auf die Längsaxe des Haarbalges aufbringt. Unter einer Reihe derartiger Schnitte werden sich stets einzelne befinden, wo man das Gewinde von oben in Form eines Ringes zu sehen bekommt; und an solchen Präparaten ist es dann ungleich leichter, den direkten Zusammenhang mit Nerven zu sehen.

Nimmt man nun zu dieser directen Beobachtung noch die Analogien mit ähnlichen Gebilden anderer Thiere hinzu, bedenkt man, dass in der Flughaut der Fledermäuse, wie ich in diesem Archiv Band VII, 1. Heft nachgewiesen habe, sich zu jedem Haarbalge ein Nervenstämmchen begibt und ihn umschlingt, dass ferner im äusseren Ohre der Mäuse, wie ich gleichfalls in diesem Archiv beschrieben habe, zu jedem Haarbalge ein Nervenstämmchen sich begibt und denselben, wenn auch mit wenigen, höchstens 3 bis 4 Touren, umwickelt; so habe ich damit wohl hinlänglich den Beweis geliefert, dass das am Haarbalge beobachtete Gewinde aus Nervenfasern besteht und dass wir es hier mit einem prachtvoll entwickelten, dicht gewundenen Nervenringe zu thun haben.

Ich glaube, dass bei diesem sorgfältigen Wege der Beobachtung und Schlussfolgerung sich keinerlei Täuschung einschleichen konnte. Betrachten wir diesen Nervenring im Vergleiche zu den obenerwähnten Thieren, bei denen Analoga desselben vorkommen, so finden wir, dass in der Flughaut der Fledermäuse bereits Andeutungen desselben vorkommen, indem die Nervenfasern daselbst den Haarbalg förmlich umschlingen, ja manchmal in 1 oder 2 Touren umwickeln, bevor sie sich weiter nach abwärts begeben. Im äusseren Ohre der Maus ist schon eine unzweifelhafte Ringbildung vorhanden, doch ist der Ring ein wenig entwickelter und besteht gewöhnlich nur aus 3 bis 4 Touren. Die höchste Entwickelung erreicht diese Ringbildung beim Igel, wo die Zahl der Umgänge 60 bis 80, ja 100 und vielleicht darüber erreichen kann, und dieselben dicht gedrängt einen bedeutenden Haarbalg umwickeln.

Betrachtet man ein gutes Präparat aus dem Ohre des Igels, in dem sich ein unversehrter Haarbalg befindet, bei mässiger Vergrösserung, etwa 3—400, so bemerkt man bei hoher Einstellung

des Focus den unteren elliptischen Theil des Haarbalges, der hier den Zellkörper desselben an der Oberfläche wie mit ziemlich dicht stehenden Längsrippen besetzt.

Die Ergründung der Bedeutung und wahren Natur dieser Längsrippen bildet den allerschwierigsten Theil der ganzen Untersuchung.

Eine Isolirung derselben längs ihres ganzen Verlaufes vom Zellkörper, den sie bekleiden, ist ein Ding, das der gewandtesten Technik Hohn spricht. Es ist also mehr Sache eines glücklichen Zufalls, als der geschicktesten Präparation, wenn man ein geeignetes Objekt zu Stande bringt. Vor mir liegt aus Vielen ein einziges Präparat, welches drei dieser Rippen seitlich vom Zellkörper verschoben zeigt und an dem sie längs des grössten Theiles ihres Verlaufes isolirt beobachtet werden können. Sie stellen an diesem Präparat ziemlich flache Bänder dar, die am oberen und unteren Ende etwas verschmälert sind, etwa in der Mitte oder etwas oberhalb derselben etwas weniges breiter erscheinen.

Auch darf ich nicht unerwähnt lassen, dass ich mich gleich Anfangs bei Beobachtung des längsstreifigen Aussehens dieser Partie des Haarbalges sehr versucht gefühlt habe, diese Längsstreifen oder Rippen für einen Beleg glatter Muskelfasern zu halten, und dass selbst später, nachdem ich bereits fast unzweifelhaft seine Natur erkannte, immer wieder neue Zweifel in dieser Beziehung in mir entstanden. Am besten gelangt man noch zum Ziele, wenn man die obersten und untersten Partien dieses Abschnittes des Haarbalges für sich isolirt darstellt. An isolirten Nervenringen sieht man häufig von der Innenfläche derselben sehr zahlreiche flach werdende Fasern umbiegen und nach abwärts, die Längsrichtung einnehmend, verlaufen.

An der unteren Spitze des Zellkörpers gelingt es gleichfalls, häufig den Zusammenhang der Rippen desselben mit den denselben überragenden Schlingen wahrzunehmen.

Ich glaube aus der Beobachtung des direkten Zusammenhanges dieser Längsfasern mit den exquisiten Nervenringen einestheils und mit den schlingenförmigen Fasern unterhalb des Zellkörpers, sowie aus der Analogie mit den früher erwähnten Thieren zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass es Nervenfasern sind, welche vom Nerven-

ring abspringend, den Zellkörper längsrippenartig bekleiden und unterhalb desselben Schlingen bilden, wodurch der rundlich ovale Nervenknäuel gebildet wird, welcher ein Analogon der Knäuel sowohl des äusseren Ohres der Maus, als der Flughaut der Fledermäuse darstellt.

Vergleicht man das Verhalten und die Endigungen der Haarbalgnerven bei diesen drei Thieren in Bezug auf Ring und Knäuelbildung, so ergibt sich die interessante Thatsache, dass dieselben im umgekehrten Verhältnisse zu einander stehen, je entwickelter und relativ grösser der Nervenknäuel, desto unbedeutender der Nervenring und umgekehrt.

Bei der Fledermaus ist die Knäuelbildung relativ die grösste, der Ring kaum angedeutet. Bei der Maus halten Ring und Knäuel einander das Gleichgewicht, indem beide in mässigem Grade entwickelt sind. Beim Igel erhält der Ring seine höchste Entwickelung und der Knäuel, wird durch die verhältnissmässig sehr kleine Partie der die Zellen überragenden Schlingen angedeutet.

Bei der Fledermaus ist die untere Partie des Zellkörpers eingeschnürt und von den Nervenfasern umwickelt, es besteht somit nur die Rinde des Knäuels aus Nervenfasern, im Innern desselben befinden sich Zellen des Zellkörpers. Bei der Maus liegt der Nervenknäuel für sich selbständig unterhalb des Zellkörpers. Bei dem Igel wird der ganze Zellkörper von Längsnervenfasern bekleidet und statt des Nervenknäuels findet man unter demselben nur die schlingenförmigen Umbeugungen derselben.

Ich habe die Knäuel in der Flughaut der Fledermäuse Terminalkörperchen genannt, ich glaube meine damalige Wahl dieser Bezeichnung für diese Gebilde dadurch entschuldigen zu können, dass gerade bei der Fledermaus diese Nervenknäuel eine relative Grössenüberlegenheit über das winzige Haar und somit mehr Selbständigkeit erlangen.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Verlauf, die Endigung der Haarbalgnerven, die Bildung des Ringes, die Bekleidung des Zellkörpers, die Bildung des Knäuels sammt dem Haarbalg und Haar zusammen einen terminalen Tastapparat darstellen.

Ich glaube dergleichen ausser den drei bereits beschriebenen Formen auch noch bei anderen Thieren gesehen zu haben, worüber

ich, bis mir genauere Beobachtungen zu Gebote stehen werden, berichten will.

Bemerkenswerth ist schliesslich die Thatsache, dass ich bei allen Thieren und Organen, an denen ich derartige an Haare gebundene Tastapparate vorfand, auch stets gleichzeitig ein blasses terminales Netz sensitiver Nerven nachweisen konnte.

Erklärung der Tafel XIV.

Die ganze Abbildung stellt einen feinen Schnitt dar, der senkrecht geführt ist gegen die Längsaxe des äusseren Ohres und etwa aus der Mitte desselben herstammt.

Der ganze Schnitt ist namentlich in der oberen Partie wie leicht gequetscht dargestellt, so dass die zu oberst gelegene Oberhaut und das darunter befindliche Stratum Malpighii nicht als reine Querschnitte, wodurch die Abbildung an Deutlichkeit verlieren würde, sondern im Halbprofil erscheinen.

Auch die darunter gelegene oberste Schicht der Cutis zwischen dem Stratum Malpighii und der obersten Grenze der Capillaren ist auf dieselbe Weise etwas breiter dargestellt, als sie im reinen Querschnitt erscheinen würde. Diese Darstellungsweise hatte den Zweck, wenigstens einen Theil der blassen, terminalen Nervennetze, welche auf der Tafel sammt ihren in den Knotenpunkten befindlichen polymorphen Anschwellungen schwarzpunktirt erscheinen, zur Anschauung zu bringen.

Auch die Arkaden und Netzbildungen des elastischen Gewebes, welche aus feinsten Fäden zusammengesetzt dargestellt sind, erscheinen auf diese Weise deutlicher. Zwischen diesen bereits genannten Elementen sieht man in der bezeichneten Region zahlreiche sternförmig verästelte braune Pigmentzellen. Weiter nach abwärts gehen diese Sternzellen in einfacher gestaltete, endlich gegen die Mitte zu in braun pigmentirte Bindegewebskörperchen und nach abwärts in gewöhnliche spindelförmige Bindegewebszellen über. Desgleichen gehen die in der obersten Schicht der Cutis grau dargestellten Arkaden und Netze des elastischen Gewebes in der Mitte der Tafel in ein filzartiges Gewebe von Fäden über und durchsetzen nach abwärts zu das gewöhnliche Bindegewebe. Das Oberhäutchen und das Stratum Malpighii bilden in der Medianlinie eine trichterförmige Einstülpung zum Haarbalg, in welche linkerseits der gleichfalls trichterförmige Ausführungsgang der Schweissdrüse einmündet und welche in der Mitte das schwarzschraffirte Haar enthält.

Unterhalb des Trichters umgeben die Talgdrüsen den Haarbalg in schöner Sternform, und unterhalb ihrer Ausführungsgänge sieht man den cylindrischen Theil des Haarbalges von einem zierlichen Nervengewinde umgeben.

Weiter nach abwärts befindet sich eine elliptisch birnförmige Anschwellung des Haarbalges, welche ganz aus Zellen zusammengesetzt ist. Aus der Mitte dieses elliptischen Zellkörperchen schimmert das zerfaserte untere Ende des Haares hindurch; die Oberfläche desselben erscheint dagegen von den an ihr verlaufenden Nervenfasern bedeckt.

Nach abwärts wird dieses ganze Gebilde und damit auch der Haarbalg durch einen länglich runden blassen Knopf abgeschlossen, der aus Nervenschlingen besteht.

Der ganze elliptische Zellkörper sammt dem unteren knopfförmigen Anhang ist von einer bindegewebigen Hülle umgeben, dessen Elemente aussen die Längsrichtung, innen die Querrichtung einhalten.

Die mächtige Schweissdrüse mündet, wie bereits erwähnt, linkerseits in den trichterförmigen Theil des Haarbalges, ihr Ausführungsgang streicht dann nach abwärts und der Drüsenschlauch selbst windet sich am Anfang und zu Ende, eine Gabeltheilung bildend, gleich einer Schlange durch die ganze Abbildung.

In der Mitte der Tafel verläuft in querer Richtung ein Nervenstämmchen von mittlerer Stärke, von diesem entspringt links gleich am Rande ein Ast, welcher sich zum Nervengewinde des Haarbalges begibt, nachdem er während seines bogigen Verlaufes ein Zweigchen abgegeben hat, welches sich in das blasse terminale Nervennetz auflöst.

Haarbalg, Talgdrüsen und Schweissdrüsen erscheinen von mehr oder weniger weitmaschigen Capillaren umsponnen, welche um das knopfförmige untere Ende des Haarbalges ein zierliches, dichtes, engmaschiges Netz bilden.

Die Vergrösserung ist etwa 350.

Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen.

Von

Dr. F. Leydig,
Professor in Tübingen.

Hierzu Tafel XV u. XVI.

Den Freunden der Herpetologie und Histologie erlaube ich mir von meinen Studien über die Classe der Reptilien eine Fortsetzung vorzulegen, welche zunächst und ergänzend an einige vor kurzer Zeit veröffentlichte Mittheilungen [1]) sich anschliessen soll.

Die gegenwärtigen Untersuchungen beziehen sich einmal auf Organe der Schlangen, welche den Jacobson'schen Organen der Säugethiere entsprechen und bis jetzt kaum nach dem Vorkommen, geschweige denn rücksichtlich des Baues bekannt waren und doch so merkwürdiger Art sind!

Auch die zweite Gruppe der zu behandelnden Gegenstände: die von mir in der Mundhöhle der Schlangen aufgefundenen Sinnesbecher, darf ich wohl der Beachtung empfehlen. Was ich über die feinere Zusammensetzung zu erörtern habe, erweitert unsere Kenntnisse über diese Bildungen und kann vielleicht dazu beitragen, die Widersprüche, welche in meinen Auffassungen und denen einiger anderer Forscher liegen, zu verringern; freilich bin ich trotzdem nach wie vor der Ansicht, dass das rechte Verständniss der

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, Tübingen bei Laupp (Siebeck), 1872. Es trägt diese Schrift ein viel späteres Datum, als sie nach der Zeit, in der sie ausgearbeitet und gedruckt wurde, haben sollte, was ich zu berücksichtigen bitte, wenn da und dort neuere Arbeiten übergangen zu sein scheinen.

morphologischen und physiologischen Bedeutung dieser Organe uns noch nicht aufgegangen ist.

Endlich habe ich drittens zu zeigen, dass die Hautpapillen mit „Tastkörperchen" auch bei den Schlangen an bestimmten Stellen zugegen sind, und ich meine, dass auch diese Theile einer weiteren Aufmerksamkeit nicht unwerth wären.

I. Die Jacobson'schen Organe.

Bisher habe ich nur zwei der einheimischen Arten untersucht, die Ringelnatter, Tropidonotus natrix, und die glatte Natter, Coronella laevis; in Folgendem beziehen sich übrigens, wofern es nicht ausdrücklich bemerkt ist, die Angaben auf die erstere Gattung und Art.

Um die Einzelheiten übersichtlicher auftreten zu lassen, sollen die in die Zusammensetzung des Organs eingehenden Theile zunächst für sich besprochen werden.

1. Die Knochen.

Zwei Knochen sind es, welche zu unserem Organ in näherer Beziehung stehen: die sogen. Concha oder das Riechbein und der Vomer oder das Pflugschaarbein.

Man kann an der ungefähr dreieckigen Concha ein Mittelstück oder Körper und drei Fortsätze unterscheiden. Das Mittelstück[1]) erscheint schalenartig ausgehöhlt; die weite Oeffnung des Hohlraumes kehrt sich nach unten. Der vordere Fortsatz[2]) geht gegen den Zwischenkiefer, Intermaxillare, und legt sich in eine seitliche Grube an der Hinterfläche dieses Knochens. Der hintere Fortsatz[3]) erstreckt sich rückwärts und befestigt sich an eine etwas vorstehende Gelenkfläche des absteigenden Theiles des Stirnbeines, Frontale, unterhalb des dort austretenden Nervus olfactorius. Sowohl der vordere Fortsatz als der hintere endigen gelenkkopfartig, insbesondere der letztere besitzt einen geradezu verdickten Gelenkkopf. Gleich dem Kiefer-Gaumenapparat ist auch Concha und Vomer beweglich dem eigentlichen Schädel verbunden. Von anderer Art

1) Fig. 3, a.
2) Fig. 3, c.
3) Fig. 3, b.

zeigt sich der dritte Fortsatz, welcher, ohne ein Gelenkende zu erhalten, vom äusseren Rand des Knochens abgehend, nach oben biegt und mit ziemlich starker Einwärtskrümmung die Knorpelkapsel der Nase von aussen eine Strecke weit umspannt.

Auch im Hinblick auf den Vomer kann man von einem mittleren Stück oder Körper und von drei Fortsätzen reden. Das Mittelstück[1]) zeigt sich wie blasig aufgetrieben, und auch hier ist die auf solche Weise gebildete Höhle weit offen. Der vordere Fortsatz[2]) legt sich, flach und spitz auslaufend, an den entsprechenden Theil der Concha an, ohne einen Gelenkhöcker zu bilden. Der hintere Fortsatz[3]), in eine senkrecht stehende Platte sich verbreiternd, wird nahe seinem Ende von einem grossen Loch oder Fenster durchbrochen; er verbindet sich durch ein kurzes, dickes, viele elastische Elemente enthaltendes Band mit dem Gaumenbein, Palatinum. Der dritte Fortsatz ist kurz und legt sich an die Wurzel des entsprechenden Fortsatzes der Concha an.

Fassen wir bezüglich der Lage dieser Knochen den Schädel im Ganzen in's Auge, so liegt die Concha nach oben und der Vomer nach unten. Beide Knochen schliessen derart aufeinander, dass sie wie zusammengehören, und indem so das ausgehöhlte Mittelstück der Concha mit dachartiger Wölbung die Mulde des Vomer überdeckt, kommt ein Hohlraum zu Stande, der zur Aufnahme des Jacobson'schen Organes bestimmt ist. Die Rückenfläche der Concha bildet zugleich den knöchernen Boden der Nasenhöhle.

Am rein skeletirten Schädel macht sich im Bereich der Pflugschaarbeine eine geräumige paarige Oeffnung bemerklich, welche nach hinten und einwärts lediglich vom Vomer, nach vorne und auswärts aber auch zum Theil von der Concha umgrenzt wird[4]). Auf guten Abbildungen von Schädeln der Schlangen ist diese in der That sehr auffällige Oeffnung richtig angebracht.

Wir sehen sie z. B. an dem von Franz Wagner gezeichneten Schädel des Callophis bivirgatus in Meyers Abhandlung über den Giftapparat der Schlangen[5]). Hingegen mögen die Zeichnungen

---

1) Fig. 4, a.

2) Fig. 4, c.

3) Fig. 4, b.

4) Vgl. Fig. 1.

5) Monatsberichte d. Akad. d. Wissensch. in Berlin, März 1869.

im Werke von Bibron und Duméril[1]) theilweise nach Schädeln gefertigt sein, welche nicht ganz rein, wenigstens nicht in der Vomergegend, präparirt waren; denn es sind die Oeffnungen nur flüchtig angedeutet. Bei Bungarus[2]) jedoch erscheint rechts die Oeffnung scharf gehalten und nach der Abbildung zu schliessen, wurde auf der linken Seite des Schädels, durch Aufbrechen des Knochens, ein, wie man annehmen darf, vergeblicher Versuch gemacht, sich weiter über dieses Loch und den Raum, in den es führt, zu unterrichten. Im Texte sucht man umsonst nach einer Aeusserung, welche darthun könnte, dass die Autoren wussten, was sie mit dem Loch und dem Raume anfangen sollten, obschon sie sich über die „Caractères anatomiques observés sur deux têtes osseuses“ verbreiten.

In einer gewissen „Odontography“ ist über die Stelle des Schädels von Cobra di capello, wo man die Oeffnungen sehen sollte, ein Wirrwarr von Linien gezogen, welche verrathen, dass das Auge des Zeichners und dessen, der zeichnen liess, die Knochen dieser Gegend nicht verstanden hat.

Faunistische Arbeiten über Schlangen, insoweit ich sie bis jetzt kennen gelernt, vermeiden es, auch wenn sie sonst auf das Skelet im Allgemeinen und die Gesichtsknochen im Besonderen sich einlassen, die Concha, den Vomer, den von den Knochen umschlossenen Raum, sowie dessen Oeffnung am Gaumen zu berühren. Selbst Schlegel[3]), der doch gewiss eine Menge von Schädeln sich näher besehen hat, sagt blos, es sei ein Vomer da, „composé de deux pièces symétriques, se réunissant le long de leur face interne, larges et triangulaires en avant, effilées vers l'extrémité qui les réunit au sphénoide.“ Die Concha heisst bei ihm „un petit os, analogue aux cornets.“

Dass sich in einer Arbeit Dugès', obschon sie um zehn Jahre älter ist als die ebengenannte, nämlich in den Untersuchungen über das Schlingen bei den Reptilien[4]), an den von unten dargestellten

1) Erpétologie générale. Atlas 1854.

2) A. a. O. Pl. 77.

3) Essai sur la physionomie des Serpens. La Haye 1837.

4) Ann. d. sc. natur. 1827. Die Abhandlung Dugès' enthält auch, wie ich zu spät sehe, eine Reihe schöner, den Bau und die Lebenserscheinungen der Eidechsen betreffender Beobachtungen, und hätte in meiner Schrift (die in Deutschland lebenden Saurier) an mehreren Stellen angeführt werden sollen.

Schädeln der Coluber natrix und C. viperinus nichts von dem sich zeigt, was wir suchen, kann immerhin etwas befremden, da der Verfasser zu den besten und genauesten der französischen Zoologen gehörte. Um so mehr darf deshalb hervorgehoben werden, dass in einer einige Jahre nachher herausgegebenen Schrift von Duvernoy[1]) wenigstens die paarige Oeffnung am Gaumen von der gemeinen Viper[2]) angedeutet sich zeigt und am Schädel der Klapperschlange[3]) sogar scharf gezeichnet ist, wenn auch ohne den rechten Bezug zu den Knochen. Letzteres erscheint ausgedrückt am Schädel der Ringelnatter[4]), doch gehen fälschlich der Zwischenkiefer und die beiden Pflugschaarbeine ohne Grenze in einander über, und die Oeffnung der Höhle zeigt sich blos vom Vomer umschlossen, wie wenn die Concha sich nicht daran zu betheiligen hätte. Im Texte selber geschieht der Sache nirgends Erwähnung.

Um darzuthun, wie auch die Anatomen, welche die Theile des Kopfskeletes der Schlangen im Einzelnen durchgehen, noch keine Ahnung davon hatten, dass Concha und Vomer, indem sie sich schüsselartig aushöhlen und die Vertiefung einander zukehren, ein ganz besonderes Organ zu umschliessen haben, mag das, was Meckel[5]) über die beiden Knochen, wovon er jedem einen Paragraphen widmet, sagt, hier angeführt werden: „Das Riechbein besteht aus zwei kleinen, nicht miteinander vereinigten dreieckigen Seitenhälften, die von der ansehnlichen Riechnerveröffnung durchbrochen sind und, beweglich mit den benachbarten Knochen verbunden, vor dem Stirnbein, unter den Nasenbeinen, hinter dem Zwischenkieferbein liegen. Der Pflugschaar zerfällt in zwei nicht miteinander verbundene, ja selbst in der Mittellinie meistentheils durch eine Lücke von einander getrennte längliche, in der Mitte, wenigstens bei den eigentlichen Schlangen, durch eine ansehnliche Oeffnung durchbrochene, zwischen dem Riechbein, Zwischenkieferbein und Gaumenbein liegende Knochen."

Bei dem geringen Interesse, welches somit die in Rede stehenden Knochen selbst den die Schlangen im Näheren Untersuchenden

---

1) Mémoire sur les caractères tirés de l'anatomie pour distinguer les serpens venimeux des serpens non venimeux. Ann. d. sc. nat. 1832.

2) A. a. O. Pl. 8, fg. 2, Fig. 3.

3) A. a. O. Pl. 10, Fig. 5.

4) A. a. O. Pl. 5, fg. 3, Fig. 4.

5) System der vergleichenden Anatomie. Th. II. 1. Abth. Halle 1824.

eingeflösst hatten, wird es begreiflich, dass die Verfasser der Hand- und Lehrbücher, auch jüngster Tage, beide Knochen entweder ganz unerwähnt lassen, oder höchstens den Vomer berührend, von ihm bemerken, dass er „paarig sei" oder „in zwei seitliche Hälften zerfalle", gegenüber den Vögeln und Säugern, wo er „einfach" ist. Ein einziges Werk[1]) macht eine und zwar bedeutende Ausnahme, indem es die Mittheilung bringt: „Am Boden der Nasenhöhle liegen (bei den Schlangen) paarige Ossa vomeris; auswärts vom Vomer ein zweiter Knochen: die Concha. Beide Knochen: Vomer und Concha, begrenzen eine Höhle, die nach unten geöffnet ist." Und später nach Abhandlung des Geruchsapparates wird der von beiden Knochen begrenzten Höhle noch einmal gedacht; sie fände sich bei mehreren Coluberarten, bei Python, bei Trigonocephalus u. A. Und endlich heisst es: „Diese Organe erinnern nach ihrer Lage unter der Nase an die Jacobson'schen Organe der Säuger." Wenn der Verfasser jenes Buches die Ansicht äussert, dass das Ganze von ihm zuerst erwähnt werde, so ist das unrichtig; denn ich werde nachher, wenn die Weichtheile zur Sprache kommen, zeigen, dass die Organe lange vorher von einem Anderen bemerkt worden sind, der sie aber allerdings irrig gedeutet hat.

2. Knorpel.

Gleichwie der Raum der Nase zeitlebens seine knorpelige, noch vom Primordialschädel herstammende Capsel beibehält, so bleibt auch bei dem zweiten Geruchsorgan — eine Bezeichnung, welche ich im Voraus für die Jacobson'schen Organe gebrauchen möchte — wenigstens theilweise eine knorpelige Auskleidung beständig. Der Knorpel steht nach oben in Verbindung mit dem Nasenknorpel und wird für uns überdies dadurch wichtig, dass er muschelartig[2]) in den Raum von unten herauf vorspringt und dadurch auf dem senkrechten Schnitt wie eine knorpelige Papille sich ausnimmt; zugleich verengt die Knorpelplatte die Mündung der Höhle nach unten. — Histologisch ist der Knorpel von derselben hyalinen Beschaffenheit, wie jener der Nasencapsel.

---

1) Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1854.

2) Vergl. Fig. 5, c.

3. Weichtheile.

Die Weichgebilde, welche das Organ im engeren Sinn zusammensetzen, denn die Knochen und Knorpel dienen nur zur Umhüllung, sind der Nerv und sein glockenförmiges Ende.

Es lässt sich bei einiger Sorgfalt und indem wir Reagentien zu Hülfe nehmen, der ebengenannte Theil so ausschälen, dass er sich genau in der Form zeigt, wie Figur 6 veranschaulicht. Das Organ erscheint als gestielte, vorne offene Halbkugel; man könnte es gar wohl auch mit einem noch am Sehnerven sitzenden Augapfel vergleichen, dessen Hornhaut aber sammt Linse entfernt wurden.

Der Nerv[1]) kommt vom vorderen Ende des Lobus olfactorius des Gehirns und zwar von dessen unterer Fläche; am ausgeschälten Organ zeigt er sich gesondert vom Riechnerven[2]), als ein für sich bestehendes Bündel. Auf Längsschnitten durch die ganze Schnauze hingegen nimmt sich sein Ursprung auch derart aus, als ob sich der Riechnerv in zwei Hälften theile, wovon die obere Partie zur Nase und die untere Hälfte zum Jacobson'schen Organ sich begibt. Im histologischen Verhalten herrscht auch nicht der mindeste Unterschied zwischen der bekannten eigenthümlichen, zart fibrillären Natur der Elemente des Geruchsnerven und denen des Nerven zum Jacobson'schen Organ.

In die Knochenhöhle, von welcher oben die Rede war, eingetreten, gehen die Hauptbündel solchergestalt auseinander, dass sie ähnlich der Retina des Auges, eine nach vorne offene Hohlkugel[3]) herstellen, welche weisslich von Farbe und ziemlich dick ist. Die Lücke am vorderen Abschnitt wird, insolange das Organ seine natürliche Lage und Umgebung hat, von der Knorpelpapille eingenommen.

Bietet die Untersuchung, in so weit sie bisher geführt wurde, keine sonderlichen Schwierigkeiten dar, so gestaltet sich dies anders, wenn wir uns den Bau der weissgrauen Endglocke des Nerven klar machen wollen. Am meisten noch fördern Schnitte durch das ganze Organ[4]). Wir sehen alsdann an Köpfen, welche in Weingeist lagen,

1) Fig. 6, c.
2) Fig. 6, b.
3) Fig. 6, d.
4) Fig. 5.

in gleicher Weise wie an solchen, welche in Chromsäure aufbewahrt wurden, dass fragliche Haut

1) aus einem Fasersystem,

2) aus dazwischen liegenden zelligen Elementen,

3) aus einem nach innen abschliessenden Epithel besteht.

Schon bei geringer Vergrösserung zeigt sich deutlich, dass die Hauptzüge[1]) der Fasern strahlig verlaufen, dabei aber sich doch auch durch Seitenbalken verbinden. Man wird unter den angegebenen Umständen, schon nach der ganzen Richtung, welche die Faserzüge mit den Ausstrahlungen des Nerven vor dem Eintritt in die Knochenhöhle haben, sich geneigt fühlen, das obige Fasersystem als Endgeflecht nervöser Elemente von strahliger Gruppirung aufzufassen.

Bringen wir nun aber stärkere Vergrösserungen[2]) in Anwendung, so schwindet die Sicherheit. Die Fäserchen, durch Chromsäure gehärtet, können nach ihrer Feinheit allerdings gar wohl die Fibrillen des Nerven sein; aber dann gibt es auch wieder andere, welche mir eher zum Bindegewebe zu gehören scheinen. Zwischen den Fasern ist die erwähnte kleinzellige Masse und auch an dieser meine ich, zweierlei Zellenarten zu unterscheiden, solche nämlich, welche als Bindegewebszellen anzusehen wären und andere, denen eine nervöse Natur zukommt, somit kleine Ganglienkugeln vorstellen könnten.

Weiterhin wird bei einer Vergrösserung, welche ein Eingehen auf histologische Einzelheiten möglich macht, das Epithel, welches die dickliche weissgraue Haut gegen die Lichtung der Höhle abgrenzt, beachtenswerth.

Es besteht dieses Epithel aus Cylinderzellen, welche sich rückwärts zur Haut hin keineswegs scharf absetzen; vielmehr hängen ihre feinen, einwärts gehenden Enden nach Allem, was ich zu sehen vermag, mit den vorhin besprochenen Fäserchen zusammen. Dabei zeigt sich ferner an Schnitten, welche recht dünn ausgefallen sind, dass das Epithel in Schichten sich abstuft. Man unterscheidet nämlich die mehr helle Lage der eigentlichen Cylinderzellen, dahinter eine etwas breitere und dunklere Zone, wohl Fortsetzung des Körpers der Cylinderzellen nach einwärts, endlich eine dritte und schmälere Partie, auf welche dann erst die vierte oder Hauptmasse der

---

1) Fig. 5, b.

2) Fig. 7.

zellig-faserigen Substanz folgt. Das Ganze gemahnt mich einigermassen an den Wechsel von Körner- und Zellenschichten am Durchschnitt der Netzhaut des Auges.

Auch bei anderer Untersuchungsweise werde ich an die Retina erinnert. Aus dem eben getödteten Thier genommen und mit Speichel befeuchtet, macht die betreffende Haut den Eindruck einer nervösen Substanz: sie ist hell, blass, feinkörnig, durchaus verwandt der Natur des Nervus olfactorius. Sowohl die Fäserchen als auch die zwischen denselben gelagerten Zellen sind leicht zerstörbar, und die cylindrischen Grenzzellen, welche als Epithel bezeichnet wurden, machen nach ihrer Natur keine Ausnahme von den hinter ihnen liegenden kleinen Zellen, sondern sind eben so blass und hinfälligen Wesens wie jene. — Härchen oder Borsten auf diesen Zellen zu sehen, gelang mir bis jetzt nicht; wahrscheinlich waren sie bei ihrer übergrossen Zartheit schon eingeschmolzen, bevor sie unter das Mikroskop gebracht werden konnten. Es will mir eben immer mehr vorkommen, als ob diese hinfälligen Borsten nicht eigentlich Fortsätze der Zellenkörper wären, sondern gleich den Stiftchen, Fäden und Borsten an den nachher zu erörternden Becherorganen blosse Abscheidungen der Zelle.

Gleichwie am Riechnerven und am Nasenraum das umhüllende und auskleidende Bindegewebe durch vieles dunkle Pigment ausgezeichnet ist, so umsäumt der gleiche Stoff reichlich auch den Nerven und seine Entfaltung im gegenwärtigen Sinneswerkzeug.

Ich hatte die Bekanntschaft der bis jetzt abgehandelten Organe zuerst bei den Lacerten ganz auf dem Wege eigener Untersuchung gemacht und erst hintendrein bemerkt, dass bezüglich umfänglicherer Reptilien die Bildung theilweise schon von Anderen angezeigt worden war. Als ich die Organe sodann auch bei den Schlangen aufsuchte, war ich sogleich bei der Grösse und auffälligen Beschaffenheit, welche das Organ hier hat, überzeugt, dass dasselbe Jenen, welche aus dem Bau und der Entwickelung der Schlangen ein besonderes Studium gemacht hatten, unmöglich ganz fremd sein könne. Und so finden wir denn auch, dass in der That Rathke[1]) unser

1) Rathke, Entwickelungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839. Tafel VII, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9.

Gebilde als eine „den Schlangen eigenthümliche Nasendrüse" beschrieben hat. Sie sei ein birnförmiges, mit einer einfachen Höhle versehenes und im Verhältniss zu dieser seiner Höhle sehr dickwandiges Bläschen. Es sei umgeben von zwei Knochenschalen, welche für dasselbe eine Capsel ausmachen. Dieses Bläschen oder Nasendrüse entstehe so, dass es sich in einer früheren Zeit von der Riechhaut abschnüre. Die Mündung der Nasendrüse sei am Gaumen in einer Furche, welche dicht neben dem inneren Nasenloch nach der Mittellinie des Kopfes geht.

Dass nun besagtes Organ keine Drüse sei, sondern ein Sinneswerkzeug, hätte Rathke vielleicht selbst noch erkannt, wenn er am Schädel fertiger Thiere den Gegenstand länger verfolgt hätte und namentlich auf den dicken Nerven gestossen sein würde.

Da genannter Forscher das Organ Nasendrüse nennt und als den Schlangen eigenthümlich bezeichnet, so war er ohne Zweifel der Ansicht, dass es sich um die zehn Jahre vorher von Joh. Müller gefundene Drüse handele[1]). Letztere aber nach Lage und Bau ganz davon verschieden, ist eine wahre Drüse und gleichwerthig der Drüse, welche auch bei den Eidechsen aussen an der Nasencapsel liegt[2]).

4. Mündungsstelle.

Am skeletirten Kopf[3]) sind die Oeffnungen so deutlich, dass wie schon oben gesagt wurde, bessere Abbildungen über Schlangenschädel sie wiedergeben. Mehr Schwierigkeiten begegnet man, wenn wir an dem noch mit seinen sämmtlichen Weichtheilen versehenen Kopf die Oeffnungen aufsuchen. Nach den Zeichnungen bei Rathke zu schliessen, ist die Oeffnung des Organs bei den Embryonen gross und deutlich, während sie später sehr fein sei und nur mit Mühe wahrzunehmen.

Ich habe am besten gefunden, Längsschnitte durch die ganze Schnauze, in der Richtung der Choanen und des Organs selber, zu

---

1) Joh. Müller über die Nasendrüse der Schlangen, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1829.

2) Vergl. Leydig, die in Deutschland lebenden Saurier. — Es scheint, dass Rathke besonders dadurch veranlasst wurde, an die „Nasendrüse" zu denken, weil Joh. Müller bezüglich der Ausmündung auch später noch sagt: „Ductus .... in palato exit." (De gland. sec. struct. p. 53.)

3) Siehe Fig. 1.

legen[1]). Es erscheint jetzt das letztere unterhalb des Nasenraumes gerade dort, wo derselbe nach hinten abbiegt, um zur Choane zu werden. Man erhält auf diese Weise auch die beste Uebersicht über das Grössenverhältniss der eigentlichen Nase zum Jacobson-schen Organ, und sieht ferner, wie sehr die Lichtung der Höhle eingeengt wird, einerseits von oben her durch die dicke, die Nerven-entfaltung tragende Haut, und andererseits von unten her durch den einspringenden Knorpelwulst. Unterhalb des Organs macht sich in der Schleimhaut des Gaumens ein schwarzer Pigmentfleck bemerklich, welcher auch am unverletzten Gaumen nach Abhebung des Epithels deutlich ist. An dieser Stelle ist die Mündung in die Rachenhöhle, aber in Form eines sehr engen Schlitzes, welcher sich in eine rückwärts laufende Furche[2]) auszieht, um mit dieser auf die Choane zu treffen[3]).

Von den Choanen her erstreckt sich denn auch das Wimper-epithel auf den in's Innere der Höhle vorspringenden Knorpelwulst, beschränkt sich aber auch auf denselben. Dass unter dem Epithel auch eine dünne bindegewebige Lage als Fortsetzung der gleichen Schicht der Schleimhaut den Knorpelwulst überdeckt, ist selbstver-ständlich.

5. Schlussbemerkung.

Es kann nicht dem mindesten Zweifel unterliegen, dass die abgehandelten Bildungen den unter dem Namen Jacobson'sche Organe bekannten Theilen der Säuger gleichwerthig sind. Die

---

1) Vergl. Fig. 2.

2) Fig. 2, d.

3) Der oben erwähnte schwarze Fleck am Gaumen ist, wie ich nach-träglich finde, von Cloquet (Organisation des voies lacrymales chez les serpens, Mém. du Museum 1821) bemerkt und abgebildet (Fig. 10, e), aber sehr irrig gedeutet worden, im Zusammenhang mit einem andern starken Fehler. Er beschreibt nämlich und zeichnet (Fig. 10, d) einen „Sinus ou sac inter-maxillaire", der zu den Thränenwegen gehören soll und eben am Gaumen an der gedachten Stelle sich öffne. Dieser weite, glattwandige Raum aber, von einer Längsscheidewand durchsetzt und unter dem Auge zwischen Oberkiefer und Gaumen gelegen, hat nichts mit den Thränenwegen zu thun sondern ist ein Lymphraum. Ich werde anderwärts auf diesen Punkt zurück kommen.

Lage und die Grundzüge im Bau drücken dies zu bestimmt aus. Doch verzichte ich darauf, da ich an Säugethieren blos vor Jahren [1]) einige Schnitte bei Ziegen und Katzen durch das Organ legte, um eine Uebersicht über die histologischen Verhältnisse zu bekommen, Vergleiche im Einzelnen zwischen dem Organ bei den Säugern und dem der Reptilien durchzuführen, obschon einstweilen besonders auf Grund der Arbeit Balogh's [2]) dies nach mancher Seite hin geschehen könnte.

Nur das mag bemerkt werden, dass doch bei Sauriern und Ophidiern das Organ, verglichen mit dem Nasenraum, sehr entwickelt ist, mächtiger als selbst bei jenen Säugern, welche es am grössten haben. Dass es beim Menschen unter die rudimentären Organe gehört, möchte ich aus den Angaben schliessen, welche Rosenthal über abwechselnde Ausbildung und Verschiedenheit nach den Individuen, selbst von rechts und links, mitgetheilt hat [3]).

In einem Punkte besteht anscheinend ein bedeutender Unterschied zwischen dem Organ bei den Reptilien und den Säugern. Bei den ersteren ist sein Innenraum von der Nasenhöhle abgeschlossen, bei den letzteren hingegen soll durch das Jacobson'sche Organ die Nasenhöhle mit dem vorderen Theile der Mundhöhle in Verbindung gesetzt werden. Wenn ich aber die Beschreibung bei Rosenthal recht verstehe, so stellt das Organ bei den Säugern einen langen engen Sack vor, der hinten bis auf die zum Eintritt der Nerven und Gefässe dienenden Löcher geschlossen ist, und blos vorne durch die Stenon'schen Gänge in die Mundhöhle sich öffnet. Ist dies aber der Fall, dann fällt der angeregte Unterschied weg und die Aehnlichkeit in den wesentlichen Zügen des Baues nimmt eher zu als ab. Denn dass die Concha und der paarige Vomer sich bei den Reptilien in näherer Weise an der Umhüllung des Organs betheiligen, was nicht eintritt bei den Säugern, hängt wohl mit der ganzen und stark verschiedenen Anlage des Schädels bei den beiden Thiergruppen zusammen.

Die volle Erkenntniss der physiologischen Bedeutung wird wohl

---

1) Histologie, S. 218.

2) Das Jacobson'sche Organ des Schaafes. Sitzgsb. der Wiener Akademie. 1860.

3) Ueber das von Jacobson in der Nasenhöhle entdeckte Organ, Zeitschrift für Physiologie. 1826.

noch lange auf sich warten lassen. Wir vermögen einstweilen nicht mehr als die zwei folgenden Sätze uns abzuleiten.

Einmal liegt es nach der histologischen Natur des Nerven und seiner Endigung auf der Hand, dass der Theil dem Geruche dient.

Zweitens: Die Lichtung des Organs ist bei den Reptilien sicher und bei Säugern wahrscheinlich nur mit der Mundhöhle in offener Verbindung; somit kann die Thätigkeit des Nerven nur dahin gehen, die in die Mundhöhle bereits aufgenommene Nahrung zu beriechen. — Von diesem Gesichtspunkt aus habe ich oben auch wohl das abgehandelte Sinneswerkzeug ein zweites Geruchsorgan genannt. Man könnte es auch Nebengeruchsorgan heissen.

II. Die becherförmigen Sinnesorgane.

1. Ihr Vorkommen bei Schlangen.

Nicht blos die äussere Haut, wie ich solches anderwärts anzeigte, besitzt die besagten Gebilde, sondern ich habe sie einstweilen bei der Ringelnatter und der glatten Natter[1]) auch in der Mundhöhle aufgefunden, allwo sie ihren Sitz auf den Leisten, welche man mit dem Zahnfleisch[2]) vergleichen kann, haben.

Es geht nämlich längs den Zähnen des Oberkiefers nach einwärts von ihnen eine hohe Längsfalte hin[3]), die in schwächerer

---

1) Dass die Organe auch bei den Giftschlangen sich finden werden, schliesse ich schon aus meiner Abbildung des Kopfes von Trigonocephalus in der Abhandlung über den sechsten Sinn, denn die dort erkennbare Höckerreihe seitwärts vom Gaumen bezeichnet wohl den Sitz der Sinnesbecher. — Bezüglich des Vorkommens der Organe in der äusseren Haut bei Sauriern möchte ich an dieser Stelle auf gewisse Beobachtungen Rathke's über die Krokodile die Aufmerksamkeit lenken, indem ich die Vermuthung hege, dass sie sich vielleicht auf unsere „Becherorgane" beziehen. In dem nachgelassenen Werke über die Entwickelung und den Körperbau der Krokodile (1866, S. 23) bespricht Rathke „kleine, warzenförmige, von einem ringförmigen Graben umschlossene Erhöhungen", die blos Theile der Epidermis seien, an Hautdrüsen erinnerten, aber gewiss nicht Hautdrüsen seien. Wer Gelegenheit hat, wohlerhaltene Krokodile zu untersuchen, wird uns sagen können, ob es sich um blosse Epidermishöcker handelt, oder um „Sinnesbecher", wie ich solches aus den Worten Rathke's herauszulesen geneigt bin.

2) Vergl. Fig. 10 u. Fig. 11.

3) Fig. 10, c.

Fortsetzung auch von aussen längs der Zahnreihe sichtbar ist und sowohl vorne wie hinten bogig abschliesst. Die Zähne stecken somit wie in einem schmalen, nach der Länge aufgeschlitzten Sack; das Gleiche wiederholt sich an den Gaumenzähnen [1]) und ebenso am Unterkiefer [2]).

Die feinen, schrägen Längserhöhungen, welche der Schleimhaut der Mundhöhle eigen sind, erstrecken sich auch am Gaumengewölbe über die Zahnfleischleisten weg; wenigstens verbreiten sie sich über die Begrenzungen des Thales, welches zwischen der nach innen gewendeten Zahnleiste des Oberkiefers und der nach aussen gekehrten am Gaumenbein besteht. Auf der Seite nach den Zähnen hin ist die Haut glatt; am Boden der Mundhöhle sieht man die Leistchen rechts und links von der Zahnreihe, doch wieder nur an der von den Zähnen abgewendeten Seite. Man kann ausser den stärkeren Längswülsten noch feinere oder solche zweiter Ordnung, welche dazwischen sich erheben, unterscheiden. Gegen den freien Rand des Zahnfleisches gabeln sich die Leisten. — Zur Untersuchung dieser Verhältnisse der Schleimhaut eignen sich, weil die Leisten sich zusammenzuziehen vermögen, frische Thiere nicht gut, weit besser sind Weingeistexemplare.

Die Organe, um welche es sich handelt, stehen an der Falte des Unterkiefers zahlreicher, dichter hintereinander, als an der Oberkinnlade, was von vorne herein die Anwendung der Lupe lehrt.

2. Nerven und Hügel der Leisten.

Schon die flüchtige Besichtigung lässt erkennen, dass die mit den Schrägleisten versehenen Zahnfleischfalten reich an Nerven sind und dass ferner die Nerven eine sehr bestimmte Vertheilung einhalten [3]).

In der Tiefe des Thales, welches von den oben gedachten Falten erzeugt wird, verläuft ein Nervenstamm zugleich mit Blutgefässen; der Weg der Hauptnerven sowohl, wie der seitlich in Abständen entspringenden Aeste, wird theilweise durch Pigment bezeichnet, indem dieses die Nerven begleitet. Am Unterkiefer, z. B.

---

1) Fig. 10, b.

2) Fig. 11, a.

3) Vergl. Fig. 24.

von Tr. natrix, findet sich nur am vorderen Drittheil umhüllendes Pigment, während am Oberkiefer der dunkle Pigmentstreifen in dem Thale des Zahnfleisches länger ist. Seitwärts gehen feinere Pigmentlinien ab und bei näherer Untersuchung ergibt sich abermals, dass auf solche Weise die Bahn einer stärkeren Arterie und eines Nerven sammt Seitenzweigen angedeutet wird. — Die Nerven gehören am Ober- und Unterkiefer dem zweiten und dritten Aste des Trigeminus an, und mögen im Besonderen Zweige des N. alveolaris superior und N. alveolaris inferior sein; die des Gaumens sind wohl Rami palatini des N. facialis.

Schneiden wir die Zahnfleischfalten aus, um zunächst den weiteren Verlauf der Nerven unter dem Mikroskop zu verfolgen, so kehren immer zwei wesentliche Punkte wieder. Einmal bilden die in die Falte eingedrungenen Nervenstämmchen durch Austausch ihrer Fasern einen fortlaufenden Nervenplexus[1]. Zweitens treten von diesem aus zum freien Rand der Falte und zwar zu dort befindlichen hügelartigen Vorsprüngen Nervenbündel, um daselbst zu enden[2]. Man sieht entweder nur ein Bündel, oder es können, indem von einer anderen Stelle des Plexus ebenfalls Fasern ihre Richtung hierher nehmen, mehrere Bündel sein. Vielleicht hängt dies auch mit der Grösse der Hügel zusammen, welche keineswegs von ganz gleichem Umfang längs des Kammes der Schleimhautfalten sind, sondern z. B. am Oberkiefer von hinten nach vorne an Grösse zunehmen.

Bei ganz jungen Thieren scheinen die Höcker sich noch mehr abzuheben als später, denn Rathke — und dies verdient besonders hervorgehoben zu werden — hat dieselben an solchen bemerkt und abgebildet. An Früchten der Ringelnatter seit dem Beginn der vierten Periode entstehen nach Genanntem dicht neben der Reihe der Zahnbehälter zwei zarte Falten der Mundtheile, die sie zwischen sich nehmen, rasch sich vergrössern, nach einiger Zeit sie überragen und verdecken und „an ihrem Rande eine Menge sehr kleiner warzenförmiger Erhöhungen erhalten"[3]. Beigesetzt wird, dass man diese Falten auch an erwachsenen Nattern wahrnehmen könne.

1) Fig. 24, b.
2) Fig. 24, a.
3) Abgebildet a. a. O. Taf. VII, Fig. 5.

Mit dem, was Rathke gesehen hate, schliesst aber auch die bisherige Kenntniss ab; weder darüber, dass Nerven an die Erhöhungen gehen und dort enden, noch von der besonderen Structur der Hügel oder Warzen, wie sie nachher erläutert werden soll, finde ich in der Literatur eine darauf bezügliche Angabe. Nur noch eine Beobachtung von Treviranus möchte vielleicht hierher gehören. Es erwähnt derselbe da, wo er in seinem Buche: Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens, II. Band, 1832, S. 177, vom Geschmackssinn spricht, dass bei Chamaeleo carinatus auf beiden Seiten der unteren Kinnlade, an der inwendigen Seite der Zähne, eine wulstige Lefze liege, die mit Papillen besetzt und zu einem Geschmackswerkzeug geeignet sei. Ueber etwa vorhandene Nerven oder sonstige Eigenthümlichkeiten wird nichts berichtet, wesshalb ich früher[1]) die Ansicht äusserte, dass der Wulst bei Chamaeleo der Unterzungendrüse von Anguis entsprechen möge. Es ist mir aber jetzt viel wahrscheinlicher geworden, ohne dass ich ein Chamäleon untersucht hätte, dass Treviranus eine Zahnfleischleiste obiger Art mit diesen Worten bezeichnet hat.

3. Epithel der Leisten und Epithelhügel.

Die Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle besitzt sowohl flimmerloses Plattenepithel, als auch flimmerndes Cylinderepithel.

Das erstere oder die flimmerlose Schicht findet sich über und zwischen den Zähnen, ferner an der inneren Seite der Lippen, um die Mündungen der Lippendrüsen herum; weiterhin auf und vor der Zunge, endlich oben am Rachen vor den Choanen.

Hingegen beginnt das zweite oder flimmernde Epithel am Rachengewölbe in der Umgebung der Choanen und erstreckt sich von da rückwärts; endlich sind auch die leistentragenden Zahnfleischfalten von diesem Epithel überdeckt.

Weiterhin ist zum Voraus erwähnenswerth, dass an vielen Punkten der Mund- und Rachenhöhle das Epithel zwischen seinen gewöhnlichen Zellen auch Schleimzellen besitzt.

In ganz frischem Zustande untersucht, ragen sie gern wie mit kolbigem, körnigem Ende über das übrige Epithel empor[2]), und

1) Histologie, S. 312.

2) Vergl. Fig. 20 u. Fig. 22.

verschiedene meiner früheren Abbildungen stellen sie ebenfalls nach dieser Beschaffenheit dar[1]; ein Aussehen, welches dadurch bedingt ist, dass das Secret der Schleimzellen eine Strecke weit aus der Oeffnung vorgequollen erscheint. Ein andermal und besonders gut nach Aufbewahrung eines Thieres in sehr schwacher Lösung von doppelt chromsaurem Kali unterscheidet man an der Zelle eine kleine Oeffnung sehr deutlich, während ein tiefer liegender, viel weiter spannender Ring den Bauch der Zelle (sie hat Flaschenform) ausdrückt[2].

Gehen wir nun soweit vorbereitet an die Untersuchung eines aus dem frischen Thier geschnittenen Stückes der längs den Zahnreihen sich hinziehenden Falten, so erkennen wir sofort, dass auf den Höckern oder Papillen des Randes je ein eigenartiges Gebilde aufsitzt. An demselben muss uns alsdann, abgesehen von seinem ebenfalls hügeligen oder höckerigen Umriss, zunächst in die Augen fallen, dass, während rings herum die Gegend wimpert, seine Oberfläche cilienlos ist, auch nicht aus Cylinderzellen, sondern aus Plattenzellen besteht[3].

Man erkennt ferner leicht, dass die Plättchen alle im Kreis geordnet sind, und obschon sie lediglich dem Epithel der Schleimhaut angehören, doch innerhalb desselben, als Ganzes, sich wie besondere rundliche Warzen abheben. Man wird sich ferner nicht allzulange mit der Untersuchung der gedachten Gebilde beschäftigen, ohne gewahr zu werden, dass die Mitte der warzenförmigen Hervorragung von einer Partie etwas anders beschaffener Zellen eingenommen wird, die zusammen als ein innerer Ballen oder Kern sich ausnehmen können[4]. Sowohl in frischem Zustande, als auch nach Behandlung mit passenden Reagentien macht sich die bezeichnete Sonderung bemerklich.

1) Z. B. in meiner Histologie S. 310: „Epithel der Darmschleimhaut eines Weissfisches"; oder S. 333: „Durchschnitt durch die Darmwand von Helix hortensis."

2) Vergl. Fig. 23, a.

3) Vergl. Fig. 20.

4) Vergl. Fig. 19, c.

4. Terminalganglien; Blutgefässe; Oberfläche der Papillen.

Ehe wir uns die Frage stellen, was die vorher erwähnten Hügel des Epithels zu bedeuten haben oder von welcher Natur sie sind, durchmustern wir zuerst das Bindegewebe, dem die epitheliale Warze aufsitzt.

Letztgenanntes Gewebe der Zahnfleischfalten ist reich an sehr feinen elastischen Fasern, welche in zarten Netzen mit Kern- oder Knotenpunkten das Ganze durchziehen [1]). Auch glatte Muskeln scheinen sich weit herauf in die Falten zu erstrecken; ich unterscheide wenigstens in der Bindegewebslage der Mucosa der ganzen Mund- und Rachenhöhle viele glatte Muskelfasern, und glaube deren Kerne auch weit herauf in die besagten Leisten verfolgen zu können. Aus der Anwesenheit dieser contractilen Elemente erklärt es sich auch, dass am lebenden Thiere die Falten, weil durch Muskelwirkung zusammengezogen, viel niedriger sich ausnehmen, als an Weingeistexemplaren, allwo sie erschlafft sind.

Wie schon oben berührt, so gehen an die hügelartigen Vorsprünge Nervenbündel: einer, zwei, ja ich habe an gut aufgehellten Präparaten selbst drei gezählt. Der einzelne Bündel bestand aus sechs bis zehn Primitivfasern dunkelrandiger Art. Der Nerv nimmt nun genau die Richtung gegen die Basis der epithelialen Warze, geht aber nicht über die Grenze des Bindegewebes hinaus, sondern endet innerhalb der letztgenannten Schicht.

Ueber das Wie? habe ich zuerst an ganz frischen Präparaten [2]) einen Einblick erhalten. Man schneide aus dem eben getödteten Thiere ein Stück der Falte, befeuchte es mit Speichel, vermeide stärkeren Druck und man wird zunächst am Ende des Nerven, gerade in der Kuppe des Hügels, helle, anscheinend blasige Verbreiterungen der Primitivfasern gewahren. Für den einmal aufmerksam gewordenen Beobachter taucht bald in jeder ein kleines, rundes kernartiges Körperchen auf, und das Ganze, was eben hellblasige Verbreiterung genannt wurde, erscheint ausserdem schalig umgeben von mehreren Ringen, welche die Lichtbrechung des Nervenmarkes zeigen [3]). Man gewinnt eben die Ueberzeugung, dass terminale

1) Fig. 27, a.

2) Vergl. Fig. 21 u. Fig. 22.

3) Fig. 22, c.

Ganglienkugeln vorliegen und zwar solche, welche noch eine Markscheide besitzen, wie sie der Nervenfaser selbst zukommt.

Es macht sich aber bei schärferer Prüfung des centralen Körperchens, welches vorhin Kern genannt wurde, bald etwas bemerklich, was uns veranlassen kann, die Bezeichnung abzuändern. Bei anderer Einstellung des Mikroskops verlängert sich nämlich das scheinbare runde Körperchen[1]) zu einer die „Ganglienkugel" durchsetzenden Achse; was somit den Eindruck eines „Kerns" gab, war der optische Querschnitt eines mittleren Streifens. Ich meine, dies Verhalten darf uns bestimmen, die Endanschwellungen der Nervenfasern mit den sogen. Endkolben zu vergleichen; während wir andererseits auch daraus sehen, dass Endkolben und Terminalganglienkugeln nahe verwandte Bildungen sind.

Man wird die eben erörterte Endigungsweise der Nerven immer am besten an ganz frischen, dem lebenden Thiere entnommenen Stücken der Schleimhaut, die mit Speichel befeuchtet und ohne Druck untersucht werden, wieder finden, besonders dann, wenn auch die epitheliale Warze von ihrer Wölbung noch gar nichts eingebüsst hat. Nach Anwendung der gebräuchlichen Reagentien kann man die Endkolben kaum oder gar nicht mehr unterscheiden. Nur in den Fällen, wo eine sehr verdünnte Lösung von doppelt chromsaurem Kali und auch diese blos kurze Zeit eingewirkt hat, ferner die Papillen der Schleimhaut sich genau dem Auge des Beobachters zukehren, endlich das Epithel abgefallen ist, vermag man die Endkolben auch jetzt noch zu erblicken, wozu auch Aufhellung mit sehr verdünntem Glycerin dienlich sich zeigt[2]). Dass die Endkolben unter den letztern Umständen nicht mehr dunkel gerandet, sondern von blassem Umriss sind, theilen sie mit den Nervenfasern selber, welche die gleiche Veränderung erfahren haben.

In die Papille der Schleimhaut erheben sich selbstverständlich auch Blutcapillaren, und im Fall man sie noch in gefülltem Zustande trifft, was leicht geschieht, lässt sich ermitteln, dass sie, indem sie die Nerven sammt Endkolben umspinnen, einen doppelten Gefässkranz erzeugen[3]).

Betrachten wir noch die von der epithelialen Warze oder dem

---

1) Auf Fig. 21 dargestellt.

2) Vergl. Fig. 27.

3) Fig. 21, Fig. 22.

becherförmigen Organ entblösste Aussenfläche des **Gipfels** der Papille bei starker Vergrösserung und Vermeidung von allem Druck, so erscheint dieselbe nicht gewölbt, sondern zu einer leichten Mulde vertieft, und die Oberfläche der Mulde zeigt sich feingrubig, wie etwa der Blüthenboden der Compositen[1]). Und wie dort in den Vertiefungen die Einzelblüthen stecken, so ruhen hier in den Grübchen die zelligen Elemente, insbesondere jene Zellen, welche den inneren Ballen des becherförmigen Organes bilden.

5. Bedeutung der inneren Zellen der Epithelial-Hügel.

Schon erwähnt wurde, dass die äusseren Lagen der Epithelialhügel oder Becherorgane aus cilienlosen Plattenzellen bestehen und die inneren aus Cylinderzellen. Die ersteren isolirt, erinnern durchaus an die gewöhnlichen kernhaltigen Plattenzellen aus der Mundhöhle der Säuger und sind als Deck- oder Hüllzellen zu betrachten.

Die Cylinderzellen sind doppelter Art: die einen gehören gewöhnlichen Elementen an, wie sie so häufig die untersten Lagen von Epithelien bilden, die andern aber zeigen die Natur der **Schleimzellen**.

Es sind Körper, an denen man in gewissem Sinne einen den Kern enthaltenden Fuss unterscheidet, dann den Bauch der Zelle, in welchem das Secret sich bildet, und endlich den verengten, deutlich nach aussen sich öffnenden Halstheil[2]).

Dass man es mit Zellen der angedeuteten Art zu thun habe, wird uns zuerst angekündigt durch Oeffnungen auf der Oberfläche des knopf- oder warzenförmigen Gesammthügels[3]). Die Oeffnungen liegen zwischen den Plattenzellen; sie stehen zu mehreren auf dem Gipfel der Warze, finden sich aber auch zerstreut am übrigen Umfang des Hügels. Wenn die Einzelöffnungen in der Mitte des Organs nahe zusammenrücken[4]), so kommt der Anschein einer gemeinsamen Oeffnung zu Wege, namentlich nach Anwendung von Chromsäure, und jetzt könnte der von mir für die gleichwerthigen Gebilde bei Fischen und Amphibien gebrauchte Ausdruck „becherförmiges

1) Vergl. Fig. 25.

2) Vergl. Fig. 18, c.

3) Vergl. Fig. 20, a; Fig. 26, b.

4) So z. B. auf Fig. 26.

Organ" in Anwendung gelangen. Häufig aber stehen die Oeffnungen der Schleimzellen so zerstreut über den Hügel hin, dass man ihn besser „epithelialen Knopf oder Warze" heissen darf. Und dass er wirklich nur dem Epithel angehört, lehren besonders auch Chromsäurepräparate, allwo die Warzen sich vollständig und rein von der bindegewebigen Schicht der Schleimhaut ablösen lassen.

Ueber die Schleimzellen ist ferner zu berichten, dass man das Vorquellen des Secretes an der lebenden Zelle beobachten kann. Haben wir nämlich ein Stückchen der Schleimhaut von jener Zubereitung unter den Augen, wie sie vorhin zum Ansichtigmachen der Nervenendkolben empfohlen wurde, so kann dasselbe auch dienen, um das Sichvordrängen des Secretes erblicken zu lassen.

Obschon ich nun auch die Innenzellen geradezu „Schleimzellen" genannt habe, so will ich doch damit nur die Gruppe bestimmen, wohin die Verwandtschaft geht. Denn schon durch ihre Lage in den Warzen und ihre Beziehung zu den Nervenfasern entfernen sie sich von den übrigen oder gewöhnlichen im Epithel zerstreuten Schleimzellen. Dazu kommen auch noch zwei andere Punkte.

Das Secret jener Schleimzellen, welche zwischen dem Wimperepithel der Umgebung liegen, stellt einen körnigen Ballen vor und ist daher von dunklem Aussehen; das Secret der Innenzellen der Warze erscheint als körnerlose, helle, homogene Masse; dann sind auch die sämmtlichen cylindrischen Elemente der Warze zarter und niedriger als diejenigen, welche der wimpernden rings herumliegenden Fläche angehören.

Fassen wir jetzt das Wesentliche im feineren Bau der abgehandelten Organe zusammen, so haben wir als Ergebniss Nervenfasern, welche an der Grenze des bindegewebigen Theiles der Schleimhaut mit Ganglienkugeln oder Endkolben aufhören. Zweitens finden wir, dass über den Nervenenden innerhalb des Epithels Elemente stehen, welche ich Schleimzellen besonderer Art nenne. Empfindende und secernirende Bildungen treten in eine eigenthümliche Verbindung. Einen wirklichen ununterbrochenen Zusammenhang zwischen etwaigen Fortsätzen oder Ausläufern der Ganglienkugeln (Endkolben) mit den Stielen der Schleimzellen wahrzunehmen, war ich nicht im Stande; aber ich vermuthe, dass er doch vorhanden ist, und späteren Beobachtern glückt es vielleicht, die

Zellen im Epithel als eigentliches Endorgan der Nerven durch andere Methoden der Untersuchung nachzuweisen.

Ich möchte desshalb auch an diesem Orte nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass eine gewisse Aehnlichkeit der beschriebenen Organisation mit dem sich darbietet, was ich über die von mir bei Krebsen aufgefundenen und „Geruchszapfen" genannten Theile dargelegt habe[1]). Ich bitte z. B. die Figuren zu vergleichen[2]), welche die gemeinten Theile von unserem Flusskrebs oder der Wasserassel versinnlichen; der Geruchszapfen, unter dem die terminalen Ganglienzellen gleich den Endkolben lagern, könnte einer „Becherzelle" gar wohl an die Seite gesetzt werden. Andere auffallende Züge in der Verwandtschaft erblickt man zwischen den von mir beschriebenen „Hautdrüsen" der Lumbricinen und den uns hier beschäftigenden Schleim- oder Sinneszellen der Reptilien[3]). Auch dort scheint die „Hautdrüsenzelle" mit einer Nervenfaser zusammenzuhängen.

6. Die Organe bei der Blindschleiche.

Auch bei Anguis fragilis mangeln nicht in der Mundhöhle die becherförmigen Organe. Doch macht sich gleich ein Unterschied darin bemerklich, dass sie nicht auf papillenartigen Hervorragungen der Falten stehen, welche längs der Zahnreihen im Ober- oder Unterkiefer, sowie am Gaumen angetroffen werden, sondern vielmehr in Grübchen des Bindegewebes ruhen; durch diesen Umstand und weil sie auch ganz dicht, wie gehäuft, beisammen lagern, erinnern sie nicht wenig an echte Drüsen[4]), und ich meine, dass sie gerade deshalb unsere Aufmerksamkeit besonders verdienen.

In die Falten der Schleimhaut, welche Träger der gedachten Bildungen sind, sieht man wieder wie bei den Schlangen zahlreiche Nervenstämmchen hereintreten und den Weg gegen die Haufen der Becherorgane nehmen; doch habe ich sie hier nicht so weit zu verfolgen vermocht, als bei genannten Nattern geschehen ist, und muss

---

1) Ueber Geruchs- und Gehörwerkzeuge der Krebse und Insecten. Archiv für Anat. u. Phys. 1860.

2) A. a. O. Taf. VII.

3) Vergl. m. Abhandlung über Phreoryctes. Dieses Archiv Bd. I, Taf. XVII, Fig. 12,

4) Vergl. Fig. 17.

daher es unentschieden lassen, ob ebenfalls, wie für die letzteren gezeigt wurde, Endkolben oder Terminalganglienkugeln sich finden; hingegen lässt sich in einem weniger wichtigen Punkt eine Uebereinstimmung leicht erkennen, insofern nämlich auch hier die Falten nach Aufhellung ihrer bindegewebigen Substanz sich sehr reich an feinen elastischen Fasern zeigen, und dass in der Tiefe der Falten um die Nervenstämmchen und Blutgefässe herum sich dunkles Pigment in Form grosser verzweigter Zellen verbreitet. Bemerkt mag übrigens werden, dass der Anschein von Papillen auf der Oberfläche der Falten dadurch entstehen kann, dass man die Leisten, welche die Gruben umgeben, im optischen Durchschnitt vor sich hat. Bei Pseudopus, wovon nachher, sind die eben angedeuteten Verhältnisse ganz gleich mit denen von Anguis, aber mehr in's Grosse gehalten und desshalb weniger einem Missverständniss ausgesetzt.

Die eigentlichen Becher nun, abermals ihren sie zusammensetzenden Elementen nach dem Epithel ausschliesslich zugehörend und jeder für sich in einer grubigen Austiefung der Bindegewebsschicht ruhend, sind unter sich von sehr verschiedener Grösse, ohne aber im Wesentlichen des Baues von einander abzuweichen, da eben nur die Anzahl der zelligen Bestandtheile den Wechsel im Umfange bedingt.

Obschon auch bei der Blindschleiche zunächst der Choanen Flimmerepithel zugegen ist, so erscheinen die Zahnfleischfalten nur von flimmerlosen mit Kern und Kernkörperchen versehenen schönen Plattenzellen überzogen; diese bilden denn auch wieder für unsere Organe die Deck- oder Hüllzellen und erzeugen zusammen wohl einen leichten Höcker, während sie anderseits auch in ganz flacher Lage über den inneren Zellenballen des Bechers wegstreichen.

Diese Innenzellen nun, für uns wieder die wichtigeren Theile, beurkunden hier noch sicherer als bei den Schlangen die Natur von Schleimzellen. Haben wir z. B. die Falte neben einer Hälfte des Unterkiefers aus dem frischgetödteten Thiere, mit Speichel befeuchtet, vor uns, so macht sich entschieden bemerklich, dass die Partien heller Cylinderzellen, durch die Lagen der Plattenzellen hindurchtretend, eine wolkige Substanz aus sich hervorquellen lassen, ganz nach Art abscheidender Zellen. Bringen wir uns die besagten Bildungen von unten oder hinten her zur Ansicht[1]), so bestätigt

---

1) Fig. 18, b.

sich abermals die eben ausgesprochene Auffassung: man unterscheidet den in gewissem Sinne soliden Stiel der Zelle und ihren bauchigen oder oberen Theil.

Besehen wir die einzelne Schleimzelle bei stärkerer Vergrösserung noch genauer, so überzeugen wir uns, dass ihr den Kern bergender Stiel von platter Form ist, dabei von blassem Aussehen, in so lange er sich uns von der Fläche darstellt, sehr scharf oder dunkel aber dann, wenn er uns die schmale Seite zukehrt. Die Mündung des bauchigen Abschnittes zeigt sich gern wie mit umgeschlagenem zackigen Rand, und auch der untere Pol des austretenden Secretballens kann eine strahlige Zeichnung darbieten[1]). Die Punktirung des bauchigen Abschnittes der Zelle lässt sich bei stärkerer Vergrösserung auch als Ausdruck eines besonderen Structurverhältnisses erkennen[2]). Es scheint nämlich, als ob die Einzelpunkte die optischen Durchschnitte von Balken seien, welche von der Innenfläche der Wand einwärts vorspringen und sich in ein feines Maschenwerk auflösen, fast ähnlich, wie ich solches seiner Zeit von gewissen grossen Kernen bei Triton gezeigt habe[3]).

Hat man auf die ganz frischen Theile eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali einwirken lassen, so tritt an der Mündung der Zellen etwas auf, was es weiter rechtfertigen kann, die Organe so zu deuten, wie es hier geschieht. Es erscheint eine Anzahl kleiner stiftartiger Körperchen von dreieckiger Gestalt und dunklem Umriss; ihre Spitze ist nach aussen gerichtet[4]). War Chromsäure angewendet worden, so sieht man anstatt der kurzen dreieckigen Stiftchen um das Zwei- und Dreifache längere abgestutzte Fäden oder Stäbe[5]) büschelweise aus dem gemeinsamen Sinnesbecher hervorragen; auch sie haben den Umriss, wie ihn härtliche Substanzen darzubieten pflegen.

---

1) Dieser umgekrempte zackige Rand machte mir an gewöhnlichen Becherzellen öfters den Eindruck, als ob die Zacken Reste von Cilien wären. Ist dieses richtig, so müsste man annehmen, dass Flimmerzellen zu Becherzellen werden können.

2) Siehe Fig. 28 in etwas schematischer Darstellung.

3) Vom Bau des thierischen Körpers, S. 14.

4) Fig. 18, d.

5) Fig. 18, d.

Noch verdient Erwähnung, dass wie bei den Schlangen eigentlich die einzelne Schleimzelle auf dem Epidermishöcker für sich ausmündet[1], gleichwie solches mit denjenigen Schleimzellen der Fall ist, welche über die Epithelfläche zerstreut vorkommen. Man unterscheidet so auf dem Höcker drei, vier und mehr dergleichen kleinere oder Einzelöffnungen; aber indem die Zellen mit ihrem Halse zusammenneigen, schmelzen auch die Einzelöffnungen zu einer gemeinschaftlichen zusammen. Zur Erklärung dieser Erscheinung will es mich bedünken, als ob der Grad der eben stattfindenden Abscheidung des Secretes und der Reizungszustand, in welchem die Schleimhaut durch das Herausgeschnittenwerden sich befindet, die mancherlei Uebergänge zwischen einer Anzahl kleiner Oeffnungen und einer mitunter ganz weiten einzigen bedingen mögen.

7. Die Organe beim Scheltopusick.

Ich gebe auch vom Pseudopus Pallasii, welches Thier gleichwie in Vielem seiner übrigen Organisation, so auch im Verhalten der Sinnesbecher seine Verwandtschaft mit der Blindschleiche an den Tag legt, zuvörderst eine Darstellung der Kiefer- und Gaumenfalten in Figur 13 und Figur 14, welche unter der Lupe gezeichnet sind. Man unterscheidet an der hier sehr umfänglichen Gaumenleiste[2]) die einwärts gegen die Choanenspalte gerichtete Partie, welche ähnlich wie bei Anguis fragilis[3]) mit einem Zipfel gegen die Choanen herübergreift; zweitens den gegen die Zähne gewendeten Abschnitt, auf welchem eine Rinne sich eintieft. Um die Zähne selber zieht alsdann abermals oben wie unten die Kieferfalte[4]).

Führen wir einen senkrechten Schnitt durch eine der Zahnfleischfalten, so erscheint darin eine starke Vene, eine Arterie und die Nerven, welche ihre Richtung nach oben nehmen. Denn auf den bezeichneten Leisten fehlen auch hier nicht die becherförmigen Sinnesorgane, sowohl an den Gaumenwülsten, als auch an den Zahnfleischleisten des Ober- und Unterkiefers lassen sie sich erkennen, und am entwickeltsten treten sie an den Gaumenfalten auf.

1) Fig. 18, a; vergl. auch Fig. 17.
2) Fig. 13, a,
3) Fig. 12, a.
4) Fig. 13, b; Fig. 14, b.

Schon für die Lupe macht sich, nachdem das Epithel abgestreift ist, ein wie zerstochenes Aussehen der Oberfläche bemerklich, und unter dem Mikroskop gibt sich dieses als wabige[1]) Bildung zu erkennen, wobei die Waben wie bei Anguis sehr ungleich rücksichtlich ihrer Grösse sind. Sehen wir von diesem Wechsel ab, so wird die Grubenbildung, indem die Vertiefungen sehr dicht sich folgen, der Aussenfläche eines Fingerhutes vergleichbar. — Das Bindegewebe der Gaumenfalte ist wie jenes der Kieferfalten sehr reich an feinen elastischen Netzen, welche, wenn sie näher in's Auge gefasst werden, sich als elastische, die Bindegewebsbündel abgrenzende Hüllen darstellen[2]). Die „elastischen Netze" sind daher gleich dem, was wir „Spiralfasern" nennen. — Zahlreiche Nervenstämmchen steigen in die Falte herauf und vertheilen sich büschelförmig gegen die Grübchen der Oberfläche; dass letztere sich auch von Blutcapillaren umsponnen zeigen, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Die eigentlichen Sinnesbecher sind nun wieder reine Epithelialgebilde. Der zellige Beleg der Schleimhaut, indem er die Gruben auskleidet, schliesst über jeder Grube zu einem Höcker mit mittlerer Oeffnung zusammen; darnach hat jeder Sinnesbecher, nach der verschiedenen Tiefe und Breite der Grube im Bindegewebe, die Form eines verschieden grossen Säckchens, dessen Wand lediglich aus Plattenzellen besteht[3]).

Die den Schleimzellen entsprechenden Gebilde vermochte ich hier nicht so deutlich zu erkennen, wie bei Anguis, was ich mit dem Umstand in Zusammenhang zu bringen geneigt wäre, dass das untersuchte Thier während des Winterschlafes gestorben war und die besagten Elemente vielleicht während dieser Zeit sich zurückgebildet hatten. Doch konnte an der Oeffnung einiger Becher eine

---

1) Fig. 15.

2) Ueber die Beziehungen des elastischen Gewebes zum Bindegewebe, zu den „Spiralfasern", den „Hornfäden", zum „Cuticular- und Chitingewebe" vergl. mein Buch: Vom Bau des thierischen Körpers 1864, S. 48. — Ich meine, die historische Darstellung, welche Boll in seiner durch scharfe Beobachtungen sich auszeichnenden Arbeit: „Ueber den Bau und die Entwickelung der Gewebe" in diesem Archiv Bd. 7, gegeben hat; müsste einige Abänderungen erfahren, wenn Boll auch von dem, was ich in der angezogenen Schrift über diese Gewebe vorbringe, Kenntniss nehmen wollte.

3) Fig. 16.

Anzahl dunkler hervorstehender Striche wahrgenommen werden, welche wohl die Bedeutung der bei Anguis erwähnten Stiftchen haben mochten, und im Inneren der Becher hob sich immerhin da und dort eine Gruppe von Zellen ab, welche anders beschaffen waren, als diejenigen der Wand.

Anmerkung 1. Wer vielleicht meiner Abhandlung über die Organe eines sechsten Sinnes einige Aufmerksamkeit geschenkt hat, wird es verstehen, warum ich mich der Hoffnung hingab, dass die Untersuchung der so eigenthümlichen Seitenfalten des Pseudopus mir neue Aufschlüsse in der beregten Frage gewähren könne. Das ist jedoch keineswegs der Fall gewesen. An den lebenden Thieren zwar — sie hielten bei mir zwei Jahre in der Gefangenschaft aus — glaubte ich mehrmals Andeutungen von besonderen Organen zu erblicken. War nämlich bei gewissen Bewegungen des Thieres die Seite des Körpers von der Sonne grell beleuchtet, so erschienen in der Tiefe der etwas feuchten Falte grauweisse Körperchen, wie fadig aufgereiht. Als ich aber am todten Thiere die Falte mikroskopisch untersuchte, fand ich nichts, was ich den becherförmigen Sinnesorganen hätte vergleichen können, so dass ich einstweilen den mir vorliegenden Widerspruch nicht zu lösen vermag.

Anmerkung 2. Ich habe in meiner Arbeit über Phreoryctes[1]) auf gewisse rundliche blasse Flecken in der Haut des Kopflappens und des Schwanzendes der Lumbricinen aufmerksam gemacht, in denen ich Sinnesapparate vermuthe. Claparède[2]) bestätigt deren Anwesenheit, muss aber ebenfalls gestehen, dass er über diese blassen Organe in der Hypodermis nichts Neues vorzubringen vermöge. Bei den Schlangen nun kommt in der Haut etwas Homologes vor. Man bemerkt weniger auf den Schildern als auf den Schuppen helle, abgegrenzte Flecken, welche zunächst davon herrühren, dass unter Zurücktreten des Pigments die Epidermis dünn und durchsichtig geworden, in leichter Wölbung und ohne Oeffnung über die darunter liegenden Zellenpartieen weggeht. Diese Flecken sind um vieles grösser, als die Oeffnungen der Sinnesbecher, welche sich

---

1) Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. I, S. 259, Taf. XVIII, Fig. 13, c.

2) Histologische Untersuchungen über den Regenwurm, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. XIX, Separatabdr. S. 10, Anmerkung.

deutlich davon unterschieden zeigen. Die Oeffnungen für die Sinnesbecher sind an den Kopfschildern auch zahlreicher, stehen entweder dicht gehäuft, z. B. auf den Nasalplatten, auf dem Schnauzenschild, oder sie halten gewisse, wenn auch nicht sehr regelmässige, Reihen ein, z. B. auf dem sogen. Wirbelschild. Die hier gemeinten hellen Flecken finden sich ferner, soweit bis jetzt meine Erfahrung geht, auf allen Rückenschuppen, gegen deren freien Rand oder Spitze zu. Bei Coronella laevis ist der kreisrunde Fleck in der Einzahl; bei Tropidonotus natrix und Tr. tessellatus, Coluber flavescens und C. viridiflavus, bei Vipera berus und V. ammodytes sind es zwei. Der Grund, warum ich diese durchscheinenden Stellen mit den Enden der Nerven in Beziehung bringen möchte, liegt darin, weil man an Quer- und Längsschnitten die Ueberzeugung gewinnt, dass von den Nerven des Schuppenkörpers, welch letzterer gleich einer länglich platten Hautpapille ist, ein stärkerer Ausläufer die Richtung gegen die freie Spitze der Schuppe, somit gegen den lichten Fleck einhält. Bisher hat mich das viele Pigment der Lederhaut durchaus verhindert, mir weitere Aufklärung zu verschaffen. Zur einstweiligen Kenntniss aber und um auch Andere, welche sich mit ähnlichen Studien befassen, auf die „Punkte“ aufmerksam zu machen, habe ich die Figur 29 und Figur 30 beigegeben.

Anmerkung 3. In den mir eben zugehenden Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin für das Jahr 1870 berichtet Reichert über den Bau des Branchiostoma lubricum nach Studien, die er an diesem Fischchen im Herbst 1868 in Neapel angestellt hatte. Darnach finden sich namentlich in der Haut des Kopfes und des Schwanzes über den Nervenenden zwischen den übrigen Elementen der Epidermis eigenthümliche Zellen, deren Membran an der freien Endfläche mit einem stachelförmigen Fortsatz ausgerüstet ist. Für mich geht aus dieser Mittheilung hervor, dass auch bei Branchiostoma etwas den becherförmigen Organen Verwandtes vorkommt. Zweitens erfährt man, dass das Nervenende unter diesen Zellen mit Endkolben aufhöre. Auch dieses stimmt mit dem, was ich oben über die gleichen Organe der Reptilien anzuzeigen hatte, überein. „Eine continuirliche Verbindung zwischen den Stachelzellen und den Endkolben ist bei Branchiostoma nicht vorhanden.“

Anmerkung 4. Endlich erlaube ich mir, gewisse Beobach-

tungen, welche ich vor Jahren an der Epidermis des Wallfisches gemacht, an dieser Stelle in Erinnerung zu bringen[1]).

Ich traf dort besonders geartete Partieen in der Epidermis gerade über den Spitzen der Papillen der Lederhaut, die mich schon damals, was ich auch ausdrücklich erwähnte, an die becherförmigen Organe der Fische gemahnten; nur liess sich keine Spur von Nerven in den Papillen erblicken — es handelt sich natürlich um ein Weingeistpräparat — und eine weitere Begründung des Vergleiches konnte nicht durchgeführt werden. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich auch am sogenannten Flotzmaul des Rindes, wie ich gelegentlich einer Untersuchung, welche Graf Egloffstein hier in Tübingen über die Haut des Rindes anstellte und leider damals nicht beendigte, sehen konnte. Da ich unterdessen das bezeichnete Object nicht mehr vorgenommen habe, beschränke ich mich auf Voranstehendes, und nur das möchte ich noch hinzufügen, dass v. Nathusius, welcher sich ebenfalls über diese Partieen ausgesprochen hat[2]), gewiss im Unrecht ist, wenn er die gedachten Zellen der Epidermis für Bindegewebsbildungen erklärt.

8. Schlussbemerkungen.

Als ich vor mehreren Jahren[3]) die becherartigen Sinnesorgane bei einer Anzahl von Amphibien näher untersucht hatte, fasste ich meine Ergebnisse dahin zusammen:

1. Dass die Organe bei den Larven von Tritonen, Salamandern, Fröschen und Kröten, allwo sie am Kopfe und den Seiten des Leibes und Schwanzes vorkommen, Hügel der Epidermis seien: oben mit einer Oeffnung versehen, innen mit einem besondern zelligen Körper, dessen Elemente durch Secretion eine Art Schleimfaden hervortreten lassen können. An jeden der Hügel begebe sich ein Nerv.

2. Diese bei den Larven der bezeichneten Batrachier deutlich epidermoidalen Endorgane an Nerven bilden sich, nachdem die Thiere

---

1) Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere, Archiv für Anatomie und Physiologie, 1859, S. 681.

2) Ebenda 1869, S. 73.

3) Ueber Organe eines sechsten Sinnes. Nov. act. acad. Leop. Carol. 1868.

aus Kiemenathmern zu Lungenathmern geworden sind, zu den grossen Hautdrüsen des Kopfes und der Seitenlinie um.

Ueberblicke ich jetzt das, was mich meine früheren und gegenwärtigen Studien an den gleichen Organen bei den Reptilien (Sauriern und Ophidiern) gelehrt haben, so finde ich mich, indem ich von den Einzelbeobachtungen zu einer allgemeineren Anschauung gelangen möchte, auf dem gleichen Wege wie dazumal; ja die jetzt gewonnenen neuen Erfunde dienen überdies dazu, die zwei Hauptpunkte meiner früheren Auffassung noch besser zu stützen.

Denn was zunächst die Elemente des zelligen Innenkörpers betrifft, so geben sie sich mir an den genannten Schlangen und Sauriern als eine Art von Schleimzellen zu erkennen, d. h. als gestielte Bläschen, deren oberes Ende mit einer Oeffnung versehen ist, aus welcher eine Substanz hervortreten kann. Unter besonderen Umständen, wie es scheint, nimmt das Secret bestimmte Gestaltungen an. Bei den Larven von Tritonen und Salamandern gehört hierher der von mir nachgewiesene und näher beschriebene Faden. An den Organen in der Mundhöhle der Blindschleiche sind es die besprochenen Stäbchen und Stiftchen. Ich möchte sogar die Ansicht aufstellen, dass ein mir fremdes Gebilde, welches ich an unseren Organen, nicht der Mundhöhle, sondern der äusseren Haut, bei der Blindschleiche und der glatten Natter seiner Zeit erwähnt und gezeichnet habe, ebenfalls die Bedeutung einer zu typischer Form gewordenen Abscheidung haben möge. Es ist das Gebilde, welches ich als eine mir damals unverständliche Zeichnung wiedergab[1]). Dass ich auch die merkwürdigen aus einem aufgerollten Faden bestehenden Körperchen bei Myxine hierher rechne, wurde schon in meiner Abhandlung über die Organe eines sechsten Sinnes vorgebracht[2]).

Ich habe oben darauf hingewiesen und möchte es gegenwärtig noch einmal hervorheben, dass mir gewisse Aehnlichkeiten zu bestehen scheinen zwischen dem, was ich an den Zapfen der Antennen bei Gliederthieren seinerzeit auffand[3]) und dem jetzt an den becherartigen Sinnesorganen der Reptilien Wahrgenommenen. Auch der „Zapfen" nämlich, wie ich ihn z. B. von Asellus aquaticus,

1) A. a. O. S. 83. S. 86, Taf. III, Fig. 22 f, Fig. 23.

2) S. 15, S. 62,

3) Archiv für Anatomie und Physiologie, 1860, Taf. VII.

Astacus fluviatilis, Julus terrestris und andern darstellte, gibt durch seine Becherform und Oeffnung am freien Ende Anzeigen, dass die zeitweilige Abscheidung eines Stoffes stattfinden möge. Das markirte Endknöpfchen hat sein Homologon in dem dunkelrandigen Stiftchen, z. B. bei Anguis, und wie ich bei letzterer Art einen gewissen Wechsel bezüglich der Grösse, Form, Dasein oder Fehlen zu verzeichnen hatte, so ist ein Gleiches auch schon früher von mir z. B. bei Daphniden[1]) und der Wasserassel bemerkt worden.

Eine weitere Aehnlichkeit im Gesammtbau springt in die Augen, wenn wir auf das Verhältniss der Nerven blicken. Bei den Krebsen erzeugt der zu den „Zapfen" gehende Nerv ein Ganglion; hier bei den Schlangen findet sich nicht minder eine gangliöse Partie an gleicher Stelle. Das eigentliche Ende der nervösen Elemente oder ihr Uebergang ist von mir bisher blos an den „Zapfen" gesehen worden: ich konnte z. B. an Asellus den sehr blassen Nerven in den Stiel des Zapfens hinein verfolgen, wo sich dann eine zarte und kleinblasige Substanz anschloss; bei den Reptilien hingegen musste ich mich wie früher schon[2]) so auch jetzt dahin beschränken, auf die grosse Wahrscheinlichkeit des ununterbrochenen Zusammenhanges hinzuweisen.

Auch der zweite Hauptpunkt, zu dem mich meine früheren Untersuchungen geführt haben, wonach die in Rede stehenden Sinnesorgane in nahe Verwandtschaft zu Bildungen treten, welche als „Hautdrüsen" schlechthin aufgefasst werden, findet in den obigen Mittheilungen eine neue Stütze[3]). Denn die Organe bei Anguis und Pseudopus erinnern theilweise so sehr an „Drüsen", dass man sie bei geringer Vergrösserung und ohne weiter dieser Sache nachzugehen, für wirkliche Drüsen gelten lassen wird.

Wir können unmöglich den Gegenstand verlassen, ohne der Angaben zweier Beobachter zu gedenken, welche, wenn auch nicht die Organe der Reptilien, doch jene der Fische, Batrachier und entsprechende Bildungen bei Säugethieren sorgfältig geprüft haben und in einer Richtung von dem, was ich für richtig halte, abzuweichen scheinen.

---

1) Naturgeschichte der Daphniden, z. B. S. 41.

2) Nov. act. Leop. Carol. 1868, z. B. S. 83, S. 85.

3) Ich erlaube mir namentlich auch auf den „Anhang" meiner Abhandlung über Organe eines sechsten Sinnes zu verweisen (S. 97).

Franz E. Schulze, ganz besonders vertraut mit den Untersuchungen feinster Structurverhältnisse, unterscheidet, indem er die Sinnesbecher der Batrachier vor längerer Zeit und jüngst auch die der Mundhöhle der Froschlarven auffand[1], ausser den Deckzellen noch Stützzellen und Sinneszellen. Die Sinneszellen tragen bei den Organen aus der Mundhöhle der Froschlarven am äusseren Ende einen kurzen kegelförmigen Fortsatz, welcher gegen die übrige Zelle durch eine deutliche Querlinie sich absetze. Dieser zugespitzte Fortsatz entspreche den borstenförmigen Endtheilen, welche man an gewissen Epithelzellen anderer Sinnesorgane kenne.

Auch Schwalbe, ein ebenfalls trefflicher Untersucher, welcher die homologen Organe auf den Zungenpapillen (Papillae vallatae) der Säuger entdeckte[2], unterscheidet ausser den Deckzellen die specifischen Sinneszellen und trennt sie in Stab- und Stiftzellen Letztere gehen am freien Ende in ein dünnes hellglänzendes Stiftchen aus, und diese Stiftchen können aus der Oeffnung des ganzen Organs hervorragen. Daneben erkannte Schwalbe aber auch noch einen feinen Härchenkranz, der dem freien Ende der Deckzellen angehört.

Die Beobachtungen der genannten beiden Forscher stimmen mit meiner Erfahrung darin überein, dass die zelligen Elemente, welche den wesentlichen Theil der Sinnesbecher ausmachen, besondere zugespitzte Fortsätze, Borsten und Fäden am freien Ende aus sich hervorgehen lassen. Schwalbe und F. E. Schulze betrachten sie als eigentliche Fortsätze der Zelle, wohl, wenn ich ihre Worte richtig auslege, etwa in der Weise, wie ein Flimmerhaar Theil einer Zelle ist.

Ich hingegen muss auf Grund alles dessen, was ich bisher über diese Organe sah, annehmen, dass die fraglichen Gebilde in dem Verhältniss einer Art Secret zu den Sinneszellen stehen, und dass die letzteren selber morphologisch den Schleimzellen am meisten verwandt sind. Die Härchen und Stifte erscheinen und verschwinden je nach der Zeit und dem Bedürfniss; woraus sich erklärt, dass man auf Individuen von Larven der Salamander u. s. w. stossen kann, welche uns auch nicht eine Spur der gesuchten Fäden und Stifte erkennen lassen, während andere Individuen sie uns deutlich zeigen. Auch dieser Wechsel tritt in die Reihe der Gründe, welche

1) Dieses Archiv, 1870.

2) Dieses Archiv, Bd. 3 (1867) u. Bd. 4 (1868).

mich zur Annahme bestimmen, dass in diesen Sinnesbechern neben der empfindenden Thätigkeit auch eine secretorische stattfinden möge. Und es darf darauf zurückgewiesen werden, dass bei Pseudopus und Anguis die Sinnesbecher in sehr zu beachtender Weise durch die Natur ihrer Zellen und durch deren Zurücktreten in sackartige Vertiefungen der Schleimhaut den Uebergang zu Drüsen gewöhnlicher Art vermitteln.

III. Hautpapillen mit „Tastkörperchen“.

Die Art von Papillen, um welche es sich hier handelt, wurde zuerst von Hensche aus Königsberg in der Haut des Frosches bemerkt und davon eine kurze und zwar nur mündliche Mittheilung gegeben[1]). Alsdann beschrieb ich die Theile näher von der Daumendrüse desselben Thieres[2]). Später wies ich sie auch an andern Batrachiern nach, so von der Haut des Rückens, der Kehl- und Brustgegend der gemeinen Kröte, Bufo cinereus; insbesondere behandelte ich sie etwas ausführlicher von der Haut der Feuerkröte, Bombinator igneus[3]).

Ich finde jetzt, dass auch unsere einheimischen Nattern in ihrer Haut die gleichen Gebilde besitzen[4]). Einstweilen sind sie mir bei der Ringelnatter nur an den Lippenrändern begegnet, allwo sie rings um die Schnauze sich erheben. Sie stehen sehr vereinzelt, daher weit auseinander, und nur an der Spitze der Schnauze, besonders in der Umgebung der Scharte, aus welcher die Zunge herausspielt, sind sie etwas zahlreicher. In die Mundhöhle erstrecken sie sich nicht; sie gehören, soweit meine Erfahrung reicht, lediglich der äusseren Haut an.

Was ihre eigentliche Gestalt anbelangt, so liesse sich ein Stiel, ein Körper und eine Endspitze unterscheiden. Letztere ist feinzackig, was aber der freien Fläche der Lederhaut hier allgemein zukommt; denn die von der Epidermis gereinigte Bindegewebslage

---

1) Siehe meinen Aufsatz über Tastkörperchen und Muskelstructur. Archiv für Anatomie u. Physiologie, 1856, S. 154.

2) A. a. O.

3) Ueber Organe eines sechsten Sinnes. Nov. act. acad. Leopold. Carol. Vol. XXXIV, p. 33.

4) Vergl. Fig. 8.

der äusseren Haut zeigt zwischen den Papillen einen so feinzackigen Saum, dass er an die Beschaffenheit von Sammet erinnert[1]).

Im Inneren der Papille liegt ein „Tastkörperchen", über dessen Structur ich mich auch diesmal näher zu unterrichten suchte. Es mag zunächst wiederholt werden, dass an den entsprechenden Theilen von Bombinator sich das rundlich-ovale Körperchen derart ausnahm, als ob es von etwas Faserähnlichem umsponnen wäre und dadurch vom Rande her eingeschnitten oder wie gezackt sei; auf der Oberfläche kamen Querzüge in Sicht und die kernähnlichen Punkte liessen sich zum Theil als Querschnitte von eben solchen Faserzügen deuten. Doch war das Ganze zu winzig, als dass man sich weiter darüber aufklären konnte. Hier bei der Ringelnatter, wo das Körperchen ein bischen umfänglicher ist, glaube ich bei sehr starker Vergrösserung (Tauchlinse Nr. 9) einen Einblick in den Bau gethan zu haben, der mir meine Auffassung, welche ich vor langer Zeit über die Structur der Tastkörperchen[2]) des Menschen ausgesprochen, nicht nur in's Gedächtniss gerufen hat, sondern mich annehmen lässt, dass ich schon damals nicht unrichtig gesehen habe.

Die anscheinend zellige Zusammensetzung, welche das Tastkörperchen der Schlangen bei mässiger Vergrösserung darbietet, löst sich unter der Tauchlinse auf:

1) in elastische Faserzüge, welche in schrägen Gängen, da und dort unterbrochen, dabei mit kernähnlichen Verdickungen, sich bis in den Stiel der Papille herab erstrecken[3]); von dort an gehen sie deutlich in das oben bei der Schleimhaut erwähnte feine elastische Netz[4]) über, welches in seiner morphologischen Bedeutung zusammenfällt mit den Bindegewebskörpern.

2) Man unterscheidet innerhalb der Windungen dieser elastischen Züge und als Haupttheil des „Tastkörperchens" eine blasse und feinkörnige Substanz, die aber trotzdem zu einem besonderen Gebilde abgegrenzt ist, zu dessen Umspinnung die elastischen Fasern dienen[5]). Bei gewisser Einstellung wird man die blasse körnige

---

1) Fig. 8, a.

2) A. a. O. S. 153.

3) Fig. 9, a.

4) Fig. 9, b.

5) Fig. 9, c.

Materie für Zellsubstanz oder Protoplasma halten können und die elastische Umhüllung für eine Zellenabscheidung, etwa gleich der Capsel um eine Knorpelzelle. Doch ist dies eben nur das Aussehen im optischen Durchschnitt; legen wir hingegen die Bilder der verschiedenen Schnittebenen als ein Ganzes zusammen, so wird der Gedanke lebendig, dass man es mit kleinen Endkolben der Nerven zu thun haben möge.

Dass dieser eben ausgesprochenen Auffassung eine gewisse Wahrheit zu Grunde liegen müsse, wird mir gerade durch den Umstand wahrscheinlich, dass ich mich im Augenblicke geneigt fühle, das Gesehene in gleicher Weise auszulegen, wie ich es vor 16 Jahren an den Tastkörperchen des Menschen that, obschon mir der bezügliche Aufsatz seit der Veröffentlichung meiner Histologie kaum mehr vor die Augen gekommen war. Dort bemerke ich, dass im Innern des Tastkörperchens, besonders klar bei Einstellung auf den Querschnitt der Papillen, sich eine blasse, homogene Substanz markire, die sich von der mit Querkernen versehenen, schalenartigen Hülle abgrenzt. Es schien mir, nach dem optischen Aussehen zu schliessen, als ob der innere Strang in seiner Natur ganz mit dem Cylinder übereinstimme, in welchen die Nervenfaser innerhalb der Pacini'schen Körperchen der Vögel anschwillt. Die Lichtbrechung, die fein granuläre Beschaffenheit erinnerten durchaus daran. Indem ich dann den Vergleich weiter durchführte, erschien mir der bedeutsamste Theil des Tastkörperchens ein ovaler oder cylindrischer Strang zu sein, welcher aus Nervensubstanz bestehe, und um diesen Knopf herum schlage sich das mit Querkernen versehene Neurilemm. Und endlich, was für die Gebilde bei der Natter in besondere Anwendung kommen mag: nach den Beobachtungen Nuhn's hat es den Anschein, als ob jede in die Papille hereingetretene Nervenfibrille einen Endknopf bilden könne, so dass das Tastkörperchen wie aus zwei oder mehreren übereinander stehenden zusammengesetzt sich zeige.

Wenn ich nun meine damaligen Abbildungeu über die Papillen am Daumen des Frosches jetzt von diesem Gesichtspunkte aus betrachte, so möchte ich in Figur 1 B, b[1]) mehr die Oberfläche des „Tastkörperchens“ erblicken, und die queren und geschlungenen

1) A. a. O. Taf. V.

Linien, welche ich damals auf die Windungen eines Nervenknäuels[1]) deutete, auf die Elemente des Neurilemms beziehen; hingegen in Figur d mögen die „sechs und mehr rundlichen Klümpchen zu einem Haufen zusammengeballt" den Theilen entsprechen, welche mir gegenwärtig bei der Natter den Eindruck von kleinen Endkolben machen.

Wird meine im Voranstehenden gegebene Auslegung des Gesehenen als zutreffend befunden, so wäre man noch mehr berechtigt, die nahe Verwandtschaft der grösseren und kleineren Endkolben der Wirbelthiere einerseits, und der an ähnlichen Stellen sich findenden Terminalganglienkugeln der Wirbellosen andererseits herauszuheben.

Bei einer andern Gelegenheit[2]) habe ich auch eines inneren Stranges oder Achsenkörpers in jenen Papillen, welche den Mundrand der Frosch- und Krötenlarven besetzen, gedacht. Derselbe bestehe aus dicht zusammengeschobenen, quergelagerten Zellen, welche nach unten zu, ohne Unterbrechung, in die in der Tiefe der weichen gallertigen Lederhaut liegenden strahligen Bindegewebskörper übergehen. Diese Zellen, welche durch ihr enges Zusammenliegen innerhalb der Papille für diese eine festere Stütze bilden, entsprechen offenbar den elastischen Faserzügen, deren aus den Papillen der Natter gedacht wurde; es bleibt aber von Neuem zu untersuchen, ob in dem Achsenstrang der Papille auch die andere vorhin abgehandelte Substanz zugegen ist, von der ich dazumal wenigstens nichts wahrgenommen hatte.

Noch ist schliesslich im Hinblick auf die Tastkörperchen bei unserer Ringelnatter anzugeben, dass man schon auf dem Wege der gewöhnlichen Zergliederung von einem grossen Nervenreichthum der Schnauze Beweise erhält, indem man starke Aeste des Nervus trigeminus an den genannten Theil treten und dort ausstrahlen sieht. Ein weiteres Verfolgen des Gegenstandes lehrt, dass in der Lederhaut des gedachten Ortes sich ein dichtes Endnetz[3]) von Nervenfasern ausbreitet, dessen Maschen in mehreren Schichten übereinander liegen. Man überzeugt sich ferner, dass sich Endbün-

---

1) In meiner Histologie hat diese Ansicht durch den Holzschnitt Fig. 42 (S. 81) einen noch schärferen Ausdruck erhalten.

2) Organe eines sechsten Sinnes, S. 36.

3) Fig. 8, c.

del ablösen, welche gegen den Stiel der Papillen sich wenden; wobei ich freilich gewünscht hätte, auch ihren Zusammenhang mit der inneren Substanz der Tastkörperchen vor die Augen zu bekommen, was aber bis jetzt nicht gelungen ist.

Tübingen, Mitte December 1871.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XV.

Die Figuren 1 bis 11 beziehen sich sämmtlich auf die Ringelnatter (Tropidonotus natrix).

Fig. 1. Skelet der Schnauze, von unten. Mit der Lupe vergrössert.
- a. Paariges Pflugschaarbein (Vomer); nach vorne und oben kommt ein Stück der Concha zur Ansicht.
- b. Zwischenkiefer.
- c. Oberkiefer.
- d. Gaumenbein.

Fig. 2. Schnauze auf dem Längsdurchschnitt; geringe Vergrösserung.
- a. Nasenraum, mit verhältnissmässig glatter Schleimhaut, verglichen mit
- b. dem zur Choane absteigenden Theil, dessen Schleimhaut schon eine ähnliche, wenn auch zartere Faltenbildung zeigt, wie die Auskleidung des Rachens. (Bei schärferem Zusehen macht sich auch im Abschnitt a eine feine netzartige Erhebung der Oberfläche bemerklich.)
- c. Zweites oder Nebengeruchsorgan (Jacobson'sches Organ).
- d. Ausmündungskanal.
- e. Lymphraum.
- f. Blutgefäss.
- g. Knochen.
- h. Drüse.

Fig. 3. Die Concha für sich und vergrössert.
- a. Schalenartig ausgehöhltes Mittelstück.
- b. Hinterer Fortsatz.
- c. Vorderer Fortsatz.

Fig. 4. Der Vomer für sich und vergrössert.
- a. Blasig aufgetriebenes Mittelstück; die Löcher links dienen den eintretenden Nerven.
- b. Hinterer Fortsatz.
- c. vorderer Fortsatz.

Fig. 5. Nebengeruchsorgan in allen seinen Theilen, senkrecht durchschnitten und schwach vergrössert.

a. Nervenbündel.
b. Endausstrahlung der Nerven im Inneren der Höhle.
c. Einspringender Knorpelwulst.
d. Concha.
e. Vomer.

Fig. 6. Die Weichgebilde des Nebengeruchsorgans im Zusammenhang aus der festeren Umgebung ausgeschält und gering vergrössert.
a. Lobus olfactorius.
b. Nervi olfactorii abgeschnitten.
c. Der Nerv des Nebengeruchsorgans.
d. Seine glockenförmige Entfaltung.
e. Theil der eigentlichen Nasenhöhle, angeschnitten.

Fig. 7. Ein Stück der die Höhle des Nebengeruchsorgans auskleidenden Haut im senkrechten Schnitt und stärker vergrössert.
a. Flimmerepithel auf dem Knorpelwulst.
b. Lichtung des Organs.
c. Epithel über den Nervenenden.
d. Dicke zellig-fasrige Lage.
e. Den Knochen durchsetzende Nervenbündel.

Fig. 8. Lederhaut vom Mundrand.
a. Der freie feinzackige oder haarige Saum der Lederhaut.
b. Vereinzelt stehende Papillen.
c. Nervengeflecht und dessen Ausstrahlungen.

Fig. 9. Eine Papille sehr stark vergrössert, um den Bau des „Tastkörperchens" hervortreten zu lassen.
a. Elastische Züge.
b. Bindegewebskörper der Haut.
c. Blasse umschlossene Substanz.

Fig. 10. Die eine Seite des Gaumens unter der Lupe.
a. Choane.
b. Gaumenzähne und die seitlichen Falten.
c. Oberkieferzähne und die gleichen Falten.
d. Mündungen der Oberlippendrüse.

Fig. 11. Die eine Seite des Bodens der Mundhöhle unter gleichen Verhältnissen.
a. Falten längs der Zähne des Unterkiefers.
b. Zur Unterzungendrüse gehörige Theile.

Fig. 12. Die eine Seite des Gaumens von der Blindschleiche (Anguis fragilis) unter der Lupe.
a. Choane.
b. Gaumenfalte.
c. Falte für die Zähne des Oberkiefers.

Fig. 13. Die eine Seite des Gaumens von Pseudopus Pallasii.
a. Choane und die Gaumenfalten.
b. Zähne der Oberkinnlade und ihr Zahnfleisch.

Fig. 14. Boden der Mundhöhle zur Seite der Zunge von demselben Thier. Beide Figuren mit der Lupe vergrössert.
a. Unterzungendrüse.
b. Zahnfleischfalte.

Tafel XVI.

Fig. 15. Stück der Gaumenfalte von Pseudopus in seinem bindegewebigen Theil nach Wegnahme des epithelialen Ueberzuges.
a. Gruben, in denen die Sinnesbecher sassen.
b. Leisten zwischen den Gruben.

Fig. 16. Mehrere der Sinnesbecher, abgehoben und in verschiedener Ansicht ebenfalls von Pseudopus.
a. Von oben.
b. Von hinten und seitwärts. (Beide Präparate nach einem Exemplar in Spiritus.)

Fig. 17. Stück der Zahnfleischfalte des Oberkiefers von Anguis fragilis im frischen Zustande; mässig vergrössert.
a. Epithel.
b. Die wie bei Pseudopus dicht beisammen liegenden drüsenartigen Sinnesbecher, theils von oben, theils von der Seite gesehen.
c. der zu ihnen gehörige Nerv.

Fig. 18. Die epithelialen Sinnesbecher im Einzelnen.
a. Ein solches Organ von oben; die drei hellen Stellen sind Oeffnungen der Schleimzellen; zur Seite anschliessendes gewöhnliches Epithel mit den Oeffnungen von vier Schleimzellen.
b. Drei Sinnesbecher von rückwärts; man unterscheidet den Stiel und den bauchigen Körper der Schleimzellen.
c. Eine Anzahl der Schleimzellen für sich dargestellt in verschiedenen Zuständen. Sind sowohl aus Anguis fragilis, als auch aus Tropidonotus natrix genommen.
d. Zwei Sinnesbecher, wovon der eine die Einwirkung von Kali bichrom. erfahren hat, der andere die von Chromsäure. Es kommen jetzt aus der Mündungsstelle in dem einen Fall dreiseitige Stiftchen, im anderen warzige Fäden zum Vorschein.

Fig. 19. Von der Oberkieferfalte der Coronella laevis nach Einwirkung einer doppelt chromsauren Lösung.
a. Papillare Erhebung.
b. Epithel.
c. Die inneren oder Schleimzellen des Sinnesbechers.

Fig. 20. Sinnesbecher des Zahnfleisches im frischen Zustande, von oben und ohne Druck von Tropidonotus natrix. Mässig starke Vergrösserung und der Focus nur auf die Aussenfläche eingestellt.
a. Die zerstreuten Oeffnungen in dem nicht flimmernden Epithelhöcker.
b. Das umgebende Flimmerepithel; die dunkleren Kolben bezeichnen die Schleimzellen und ihr vorquellendes Secret.

Fig. 21. Papille des Zahnfleisches im optischen Längsschnitt, frisch und ohne Druck von Tropidonotus natrix.
a. Wimperndes Epithel.
b. Nicht wimpernder Epidermishügel.
c. Nerv mit seinen Terminalganglien, umgeben von Blutgefässen.

Fig. 22. Gipfel einer Zahnfleischpapille mit Sinnesbecher, frisch und ohne Druck von Tropidonotus natrix. Bei allmähliger Tiefereinstellung des Focus:
a. Das wimpernde Epithel der Umgebung mit dem vorquellenden Secret der Schleimzellen.
b. Der Nerv der Papille.
c. Seine Terminalganglien oder Endkolben.
d. Blutgefässe in ihrer Vertheilung.

Fig. 23. Zur Kenntniss der Schleimzellen des gewöhnlichen Epithels.
a. Drei Schleimzellen nebst Umgebung im frischen unveränderten Zustande von oben.
b. Drei andere Schleimzellen, isolirt und von der Seite.

Fig. 24. Ein grösseres Stück der Zahnfleischfalte von Tropidonotus natrix vom Epithel entblösst, bei geringer Vergrösserung.
a. Papillen.
b. Nerven.

Fig. 25. Gipfel einer Papille, um die seichte Mulde und in ihr die kleinen Grübchen für die Aufnahme der Schleimzellen hervortreten zu lassen.

Fig. 26. Ein Epidermishügel (Sinnesbecher) nach Einwirkung von Kali bichromicum, abgehoben und von oben angesehen.
a. Wandzellen.
b. Oeffnungen der Innen- oder Schleimzellen.

Fig. 27. Ebenfalls mit der Lösung des doppelt-chromsauren Kali behandelte Papille nach abgehobenem Epithel.
a. Bindegewebe.
b. Der Nerv.
c. Seine Terminalganglien oder Endkolben.

Fig. 28. Eine Schleimzelle bei sehr starker Vergrösserung und halbschematisch.

a. Die scheinbaren Punkte der Wand bei Einstellung auf die Oberfläche.

b. Das faserige Fachwerk, welches sich von der Wand in's Innere zieht und dessen Wurzeln die Punkte a vorstellen. Tiefe Einstellung.

Fig. 29. Eine Schuppe vom Nacken der Coronella laevis, gering vergrössert.
a. Die umschriebene blasse, durchscheinende Stelle.

Fig. 30. Kopfschild derselben Natter, gering vergrössert.
a. Die Oeffnungen der Sinnesbecher.

Zur Entwickelung der einfachen Ascidien.

Von

C. Kupffer.

Hierzu Taf. XVII.

I. Die Gattung Molgula.

Lacaze-Duthiers macht die Mittheilung [1]), dass die Entwicklung der Molgula tubulosa eine Ausnahme von dem für die Entwickelung der Ascidien voreilig als allgemein gültig angenommenen Gesetze aufweist, indem aus dem Ei nicht die lebhafte, geschwänzte Larve hervorgeht, sondern ein amöbenartig sich bewegendes, rundes, halbflüssiges Wesen, eines Schwanzes entbehrend, das nach Sprengung der Eikapsel auf den Boden des Gefässes sich anhefte und ruhend verharre. Bald nach dem Ausschlüpfen zeige der kuglige Körper der jungen Molgula mehrere durch die Farbe unterschiedene Zonen. Die äusserste derselben entwickele mehrere Fortsätze, die längere Zeit hindurch auf die Zahl von fünf beschränkt bleiben und die der Autor als die ersten Bildungen der später an dem Körper des Thieres so zahlreichen fadenförmigen Haftzotten ansieht.

Lacaze-Duthiers stellt dann weitere Mittheilungen über den Entwickelungsgang dieses interessanten Geschöpfes in Aussicht. Bis heute indessen ist wenigstens der Kieler Bibliothek der betreffende Band der Mémoires nicht zugegangen.

Hancock [2]) verhält sich dieser Mittheilung gegenüber etwas skeptisch. Wenn er sie auch nicht direct anzweifelt, so weist er

1) Comptes rendus Mai 30. 1870. pag. 1154.

2) Annals and Mag. of natural History 1870 pag. 353.

doch die naheliegende Schlussfolgerung, die er auch bei Lacaze-Duthiers voraussetzt, als gelten diese Verhältnisse für die ganze Gattung Molgula, entschieden zurück. Er bezieht sich hierbei darauf, dass Van Beneden [1]), in seiner Asc. ampulloïdes, die eine geschwänzte Larve entwickelt, eine Molgula vor sich gehabt habe. Der Schwanz dieser Larve sei aber vollständig entwickelt und durch einen langen fadenförmigen Fortsatz am Ende ausgezeichnet. Diese Behauptung, dass das Thier, an dem Van Beneden die Entwickelung studirte, eine Molgula sei, wird indessen von Hancock nicht weiter begründet. — Dann stützt er sich auch in seiner Abweisung auf die eigene Beobachtung, dass eine, seiner Meinung nach, unzweideutige Molgula, die er als M. complanata auf Grund eines Exemplars beschreibt [2]), ebenfalls geschwänzte Larven und zwar im Innern des Cloakenraums entwickelt. Diese glichen sehr den von Van Beneden beschriebenen und abgebildeten, also den Larven der Asc. ampulloïdes *V. Bened.*

Und endlich bezweifelt Hancock, ob die Molg. tubulosa, an der Lacaze-Duthiers gearbeitet hat, überhaupt in das Genus Molgula gehört. Denn sei sie identisch mit M. tubulosa von Forbes und Hanley (British Molluska), so müsste sie entschieden anderweitig untergebracht werden und zwar in ein neues Genus Eugyra, das in demselben Aufsatze characterisirt wird.

Hancock arbeitet mit einem so bedeutend reicheren Materiale, als ich innerhalb des Bereichs der Nord- und Ostsee bisher mir beschafft habe, dass ich hinsichtlich systematischer Fragen mit grosser Vorsicht mich zu äussern habe. Indem ich von der Fortsetzung der in diesem Jahr begonnenen »Untersuchung der deutschen Meere«, an der meine Collegen Möbius und Hensen direct betheiligt sind, und die im nächsten Jahre namentlich der Nordsee gelten soll, eine wesentliche Bereicherung meiner Sammlung mir verspreche, verschiebe ich mein Urtheil über die Opportunität einer Vermehrung der Genera der einfachen Ascidien unserer Meere bis zu einer demnächstigen zusammenfassenden Publication.

Ich kenne bis jetzt mit Sicherheit 13 Arten einfacher Ascidien aus der Kieler Bucht, dem Alsen-Sunde, dem grossen Belt und dem

1) Recherches s. l'Embryogenie, l'Anat. et la Physiolog. des Ascidies simples. Mém. Acad. Royale d. Belg. Tome 20 pag. 93.

2) L. c. pag. 366.

Hafen von Arendal in Norwegen. — Diese Arten fügen sich zwanglos in die 3 Gattungen »Ascidia« *Baster. Forb.* and *Hanl.*, »Cynthia« *Savigny. Forb.* and *Hanl.*, »Molgula« *E. Forbes.*

Von dieser Zahl gehören 7 der ersten, 3 der zweiten und 3 der dritten Gattung an. Die auf die Gestalt und Merkmale des geschlechtsreifen Thieres gegründete Characteristik der drei Gattungen wird durch die Bildung der Eier und den Gang der Entwickelung gestützt. Bei den 7 Arten der Gattung »Ascidia« haben die reifen Eier einen matt gefärbten, mehr oder weniger durchscheinenden Dotter. Die Follikelzellen bekleiden die Oberfläche der Eihaut in geschlossener gleichmässiger Schicht, meist zottenartig entwickelt; der Inhalt dieser Zellen ist blasig zerklüftet. Die Tunicazellen (Testazellen) bilden entweder eine geschlossene, epithelartige Schicht, oder erscheinen in regelmässig vertheilten Gruppen an der Innenfläche der Eihaut resp. der Oberfläche des Dotters.

Die drei Arten der Gattung »Cynthia«, die ich kenne, haben reife Eier von intensiv roth gefärbtem, undurchsichtigen Dotter. Da das Ei nicht ausgeworfen wird, sondern in der Leibeshöhle sich entwickelt, so kann man nicht leicht darüber ins Klare kommen, ob überhaupt noch Follikelzellen dasselbe bekleiden, nachdem es befruchtet worden ist. Man findet in Furchung begriffene Eier in der Leibeshöhle, die eine nackte Eihaut ohne Follikelzellen zeigen. Jedenfalls unterscheiden sich die Follikelzellen, die man als äussern Beleg der Eihaut ungefurchter Eier findet, von denselben der ersten Gruppe dadurch, dass sie nicht blasig zerklüftet sind. Sie sind klein von halbkugeliger Form.

Die Tunicazellen treten nicht in zusammenhängender Schicht auf, sondern erscheinen vereinzelt in der vorher zwischen Eihaut und Dotter in dünner Lage ausgeschiedenen Gallertsubstanz der Tunica.

Drei Arten endlich, von denen eine aus dem westlichen Becken der Ostsee stammt, die beiden andern im Hafen von Arendal angetroffen wurden, gehören zur Gattung Molgula *E. Forbes.* Die reifen Eier sind denen der Cynthien ähnlich, die Follikel- und Tunicazellen verhalten sich wie bei diesen, der Dotter ist völlig undurchsichtig, aber farblos, bei auffallendem Lichte weisslich erscheinend.

Deutlichere Unterschiede zeigt die Entwickelung des befruchteten Eies der drei Gruppen: bei den Ascidien sens. strict. erfolgt die Befruchtung aussen und es entwickelt sich die von Krohn, Kowa-

levsky und mir beschriebene geschwänzte Larve im Freien. Bei den Cynthien erfolgt die Befruchtung und Entwickelung im Innern, die Larve verlässt die Eihaut in der Regel schon innerhalb der Leibeshöhle und gelangt als geschwänztes lebhaft schwimmendes Geschöpf ins Freie. Sie gleicht viel der von Milne-Edwards beschriebenen Botrylluslarve, ist intensiv roth gefärbt und daher sehr undurchsichtig. Das Rückenmark erstreckt sich, wie bei den Larven der ersten Gruppe durch den ganzen Schwanz, soweit die Chorda reicht.

Dasselbe, in Hirnblase, Rumpfganglion und Caudalstrang gegliederte Centralnervensystem, der ganzen Länge nach mit einem Centralcanal versehen, besitzen auch die mir bekannten Larven mehrerer Arten von Botryllus und Botrylloïdes *M. Edw.*, die ich im Hafen von Arendal fand.

Wenn somit die zusammengesetzten Ascidien (Synascidien) sich den beiden ersteren Gruppen der einfachen enge anschliessen, gestaltet sich die Entwickelung bei Molgula ganz abweichend. Ich spreche hier allerdings nur von zweien der drei Arten, die ich kenne. Die dritte fand ich erst nach dem Ende der Legezeit.

Bei den zwei Arten also wird das Ei noch vor der Furchung ausgeworfen und entwickelt sich im Freien. Eine Larvenentwickelung findet aber nicht statt, sondern der Entwickelungsgang ist ein continuirlicher und directer, der Embryo erlangt noch innerhalb der Eihaut die sämmtlichen Charactere des geschlechtsreifen Thieres. Besondere Larvenorgane, die sich später rückbildeten, treten im Innern nicht auf. Es ist kein Rudiment weder der Chorda noch des Schwanzes sichtbar.

Die eine Art kommt im Kieler Hafen nicht zahlreich vor, in manchem Jahr sucht man tagelang vergeblich nach ihr, besonders am Beginn der Legezeit, im Juli. Im Spätherbst wird sie häufiger. Zahlreicher findet sie sich in den Gewässern von Sonderburg, im Hörup-Haff, in der Flensburger Föhrde. Sie bewohnt die tiefere Uferregion, die vom Rottang (moderndes Seegras) bedeckt ist, und alle Exemplare, die ich gefunden, waren mit anhaftenden Fragmenten halb vermoderten Seegrases bekleidet. Zweifellos gehört das Thier in das Genus Molgula *E. Forb.*, das nach äusseren Merkmalen folgendermassen charakterisirt wird: [1])

1) History of British Molluska pag. 36.

»Der Körper mehr oder weniger kugelförmig, angeheftet oder frei, mit membranöser Tunica, gewöhnlich mit fremden Gegenständen überzogen; die Oeffnungen auf sehr contractilen und nackten Röhren, die Kiemenöffnung sechslappig, die Cloakenöffnung vierlappig.«

Auch wenn dies Genus nach Alder und Hancock [1]) in die zwei enger begrenzten Genera »Molgula und Eugyra« gespalten wird, käme unser Thier in die erstere Gruppe, denn es besitzt die positiven Kennzeichen derselben: Längsfalten des Kiemensacks und Geschlechtsorgane, die in zwei Portionen vertheilt sind, während Hancock von seiner neuen Gattung Eugyra angiebt, dass der Kiemensack faltenlos ist und die Geschlechtsorgane eine zusammenhängende Masse bilden.

Das Thier lässt sich aber mit keiner der beschriebenen Arten identificiren. Von der Abbildung der A. tubularis *Rathke* in der Zool. Danic. unterscheidet es sich deutlich, die Beschreibung im Texte ist unzureichend und auch jedenfalls nicht zutreffend. Forbes M. tubulosa ist nach Beschreibung und Abbildung gewiss ein anderes Thier, als das unsrige, dessen Schilderung ich daher folgen lasse.

Gattung Molgula *E. Forbes.*

1. M. macrosiphonica n. sp.

Körper kugelförmig, bei erwachsenen Exemplaren bis 2 Cm. im Durchmesser haltend, Siphonen lang, von der Basis zur Spitze sich allmälig verjüngend, können nicht vollständig eingezogen werden; der Cloakensipho ist der längere, im gestreckten Zustande dem Durchmesser des Körpers gleichkommend, stets gekrümmt, bisweilen knieförmig geknickt; der Kiemensipho etwas kürzer, grade; die Basen beider Siphonen einander nahe gerückt, aber nicht zusammenstossend. Die ganze Oberfläche, ausser den Siphonen, mit langen fadenförmigen Haftzotten besetzt, die Tunica (test der Engländer) häutig, durchscheinend, besonders auf den Siphonen, die Oeffnungen ohne Ocellen und farbigen Saum, die Kiemenöffnung mit sechs dreieckigen Lappen, die Cloakenöffnung mit vier stumpfen Ecken besetzt; man sieht aber diese Vorsprünge erst deutlich, nachdem man die Tunica von den Siphonen abgezogen hat. Die Farbe ist matt.

1) Ann. of natur. histor. 1870 pag. 365—367.

bräunlich grau. Der Ueberzug wird wohl nach dem Standorte wechseln, alle Exemplare, die ich erhalten habe, waren von Bruchstükken modernden Seegrases dicht bedeckt. Diese Bekleidung haftet sehr fest an, indem die Haftzotten die einzelnen Stücke umschlingen. Nur die Siphonen ragen nackt hervor.

Der Kiemensack ist längsgefaltet, hat jederseits sechs Falten, die Tentakeln am Eingange desselben sind ästig verzweigt. Der Darm macht, vom Magen an, zwei Windungen, die an der linken Seite des Kiemensacks gelegen sind, die Geschlechtsorgane bilden zwei längliche Körper, die, auseinandergerückt, der eine zwischen den Windungen des Darms, der andere an der entgegengesetzten Seite des Kiemensacks liegen. Beide enthalten Hoden und Eierstock vereint. — Die langen, unter sich ungleichen Siphonen unterscheiden diese Art sowohl von M. tubulosa *Forb.* wie von Asc. tubularis *Rathke*, die Forbes mit der seinigen identificirt. Beide werden abgebildet mit konischen gerade aufgerichteten Siphonen, von kaum der halben Länge des Körperdurchmessers. Forbes erwähnt ausserdem von seiner Art, dass die Siphonen bläulich seien und mit gelben Ocellen am Rande besetzt wären, wovon hier heine Spur. Die Asc. tubularis *Rathke* wird ausserdem als »verrucosa« bezeichnet, was hier ebenfalls nicht zutrifft.

2. M. simplex *Alder* and *Hancock*[1]), die zweite Art, die mir befruchtete Eier lieferte, fand ich wie erwähnt im Hafen von Arendal, wo sie auf schlammig-sandigem Grunde, besonders des Tromösundes, sehr gemein ist; das Thier ist kaum halb so gross als die vorige Art, kugelrund, mit kurzen konischen Siphonen, die völlig eingezogen werden, ohne Ocellen. Der Kiemensack ebenfalls mit sechs deutlichen Längsfalten jederseits. Der Darm und die Geschlechtsorgane verhalten sich wie bei der vorigen, nur dass die Geschlechtsorgane hier eine gelappte, dort eine ziemlich glatte Oberfläche zeigen. Der Ueberzug ist feiner Sand. Die Beschreibung der M. simplex von Hancock stimmt mit den Kennzeichen dieser norwegischen Art so gut, dass ich keinen Grund zur Trennung finde.

An den Eiern, die diese beiden Arten im verflossenen Sommer und Herbst mir lieferten, liessen sich die Grundzüge der Entwickelung befriedigend feststellen, die sich bei beiden übereinstimmend verhalten und den Angaben von Lacaze-Duthiers nach der nega-

1) Ann. and Mag. of natur. hist. 1870 pag. 365.

tiven Seite hin entsprechen, insofern eine geschwänzte, mit einer Skeletaxe ausgestattete Larve nicht gebildet wird. Der Embryo gestaltet sich aber andererseits durchaus nicht amöbenartig, sondern wird innerhalb der Eihaut zur wohl caracterisirten Ascidie mit muskulösen Siphonen, Kiemenspalten, pulsirendem Herzen etc.

Mein Material war ein spärliches. Von M. macrosiphonica besass ich während des Juli nur ein Paar, das ich mir vom Hörup-haff holte, nachdem ich hier am Orte mehrere Tage lang vergeblich gesucht hatte. Nach Arendal kam ich in der Mitte des August und musste leider erfahren, dass die Legezeit der Ascidien dort überhaupt zu Ende ging und die diesjährige Brut nicht geschlechtsreif wurde. Ich wäre indessen auch bei reicheren Vorräthen schwerlich weiter gekommmen, als aus den folgenden Mittheilungen erhellt, denn die Eier beider Arten sind sehr ungünstig für die Beobachtung der fundamentalen Vorgänge. Der ungefurchte wie der gefurchte Dotter ist völlig undurchsichtig und die einzelnen, nach einander gebildeten Theile werden erst klar, nachdem die histiologische Entwickelung bereits ziemlich weit vorgeschritten ist.

Das Ei (Fig. 1). Das gelegte Ei besteht ausser der undurchsichtigen Dotterkugel aus einer schmalen, durchsichtigen Schicht um den Dotter, der zarten Eihaut und einer einfachen Lage halbkugelig gewölbter Follikelzellen, die die Eihaut aussen bekleiden. Die Basen dieser Zellen schliessen dicht an einander und gestalten sich hexagonal, weshalb die gesprengte Eihaut, von innen betrachtet, aus hexagonalen Facetten zu bestehen scheint. Das Ei unterscheidet sich also von denen der bisher genauer auf die Entwickelung untersuchten Ascidien, A. mammillaris, mentula, canina, durch das Fehlen einer deutlichen Lage von Tunicazellen an der Innenfläche der Eihaut. Wendet man einen leichten Druck an, so entdeckt man kleine rundlich-spindelförmige Zellen vereinzelt in der schmalen durchsichtigen Schicht zwischen Eihaut und Dotter (Fig. 1. γ). Es lässt sich der Zeitpunkt ihres Auftretens schwer bestimmen. Man kann nur das Eine mit Bestimmtheit aussagen: sie sind bereits vor der Furchung da. Der Act des Ausstossens der Eier ist hier nicht so bequem zu beobachten, wie bei Asc. canina, weil die Eier kaum halb so gross sind und mehr vereinzelt gelegt werden. Nach wiederholtem stundenlangem Warten ist es mir zwei Mal gelungen, einige unmittelbar nach dem Auswerfen mit der Pipette aufzufangen. Bei diesen sah man zwei Stadien des Vorgangs:

einige Eier enthielten die vereinzelten Zellen bereits in der hellen Schicht, andere noch nicht. Die letztern zeigten deutlich im dunklen Dotter hart an der Oberfläche desselben in Abständen von einander kleine lichte runde Flecke, die in der dunklen Masse wie Bläschen hervorstachen. Dieselben hellen Flecke findet man auch an einzelnen reifen Eiern im Oviduct, nicht an allen. Sie fehlen vollständig an der Peripherie der beiden ersten Furchungskugeln, es sind dann aber auch schon Tunicazellen vorhanden. Und diese erscheinen zunächst stets hart an der Oberfläche des Dotters, erst allmälig etwas abrückend. Ich bringe daher diese Zellen mit den erst auftretenden kleinen hellen Flecken der Randschicht des Dotters in Zusammenhang. — Die Herkunft der Tunicazellen an den Ascidieneiern ist kontrovers und bei der Wichtigkeit der Elemente, aus denen das für die Tunicaten characteristische Organ entsteht, wird es zweckmässig sein, den Stand der Kontroverse eingehend darzulegen.

Kowalevsky hatte sich gleich anfänglich dafür ausgesprochen, die Zellen der Tunica stammten von den Follikelzellen. Mir schien diese Annahme zunächst auch die wahrscheinlichere. Eingehende Untersuchungen des Ovariums von Asc. canina überzeugten mich aber eines Andern. Ich fand, dass noch keine Spur der Tunicazellen da war, als bereits die Follikelzellen die Eihaut gebildet hatten und darnach die blasige Zerklüftung des Protoplasmas erfuhren, die ihnen als Zotten des gelegten Eies eigenthümlich ist. Da der Dotter auf diesem Stadium noch zur Genüge durchsichtig ist, lässt sich die Abwesenheit von etwa vorher eingewanderten Zellen mit voller Sicherheit feststellen.

Die Tunicazellen treten bei dieser Art also erst auf an Eiern, die folgende Beschaffenheit haben: eine durch diffuses Pigment hellgelb gefärbte, leicht körnige Dotterkugel wird dicht umschlossen von der homogenen, isolirbaren Eihaut, und dieser sitzen aussen in einfacher Schicht, und eng an einander schliessend, grosse farblose sechsseitig prismatische Zellen auf. Diese besitzen eine zwar zarte, aber deutliche Membran, einen stark lichtbrechenden Kern und sind im Uebrigen von wasserhellen ziemlich gleich grossen Bläschen angefüllt, zwischen welchen der Kern in der Schwebe gehalten wird. [1]) Protoplasmareste sind weder um den Kern, noch an der Innenseite

1) Siehe meine Fig. dieses Archiv Bd. 6 Fig. 2 B.

der Membran nachweisbar. Sehr dünne Lagen von Protoplasma mögen die Wandschicht der zellsafthaltigen Bläschen bilden, deren Constitution ich mir sonst nicht erklären könnte, allein der Nachweis ist weder optisch noch chemisch zu führen. Jedenfalls sind diese so umgewandelte Follikelzellen derartige, dass man ihnen die Fähigkeit der Vermehrung, der Brutbildung absprechen muss.

Es bleiben also nur zwei Weisen der Herkunft der Tunicazellen für mein Object denkbar; entweder es sind eingewanderte Elemente, oder sie stammen vom Dotter her.

Ich habe nun früher ausgeführt [1], welche positiven Wahrnehmungen für die letztere Auffassung sprechen:

1. Die jungen Tunicazellen haben bei A. canina gleich von Anbeginn die gelbe Farbe des Dotters, die keinem Elemente ausserhalb der Eihaut zukommt.

2. Es finden sich in jedem Eierstock während der Legezeit folgende Formen neben einander:

Eier, die innerhalb der Eihaut den gleichmässig körnigen gelben Dotter zeigen;

Eier, die eine pellucide körnchenfreie gelbe Randschicht des Dotters aufweisen;

andere, die diese Randschicht radiär zerklüftet wahrnehmen lassen, und endlich

Eier mit der einfachen Lage kleiner gelber Zellen an Stelle dieser Randschicht.

Dass durch die directe Beobachtung der genetische Connex dieser Phasen nicht erwiesen werden kann, ist selbstverständlich, es fragt sich daher, ob das Nebeneinander dieser verschiedenen Zustände in demselben Eierstocke genügende Berechtigung gewährt, dieselben in der Reihenfolge genetisch zu verbinden, als es eben geschehen ist. Ich glaubte diese Berechtigung läge vor und sprach mich deshalb [2] dahin aus, die Tunicazellen entständen aus dem Dotter auf dem Wege der »freien Zellenbildung«, vor der Befruchtung und ohne Betheiligung des bei allen diesen Entwickelungsvorgängen intact verbleibenden Keimbläschens.

Kowalevsky, der im Uebrigen meiner Darstellung des Entwickelungsganges der Eier beistimmt, beharrt für diesen Punkt bei

1) Dies. Arch. Bd. 6 pag 123.

2) A. a. O.

seiner ersten Meinung[1]), und stützt diese auf neue Beobachtungen an einer Art, die der von mir benutzten am nächsten steht, an Asc. intestinalis. Leider trifft seine Voraussetzung, dass dieselbe für mich leicht zugänglich ist, nicht zu, die Asc. intestinalis kommt in unsern Buchten nicht vor. Ich war daher im verflossenen Herbste an die Norwegische Küste gegangen und durchsuchte den Hafen und die Rhede von Arendal mehrere Wochen lang nach diesem Thier, fand aber, bei einer sonst reichen Ascidienfauna, von der A. intestinalis *Forb. Hanl.* nur zwei junge Exemplare. Reife Eier von der Form, wie Kowalevsky eines Fig. 4 Tab. X dieses Arch. Bd. 7 abbildet, enthielten sie noch nicht, sondern alle entsprachen erst den Figg. 1, 2, 3 von Kowalevsky. Gerade diese jungen Stadien sind nun zwar die wichtigen für Entscheidung der vorliegenden Frage, indessen ist es doch ein Uebelstand, wenn das reife Product nicht zur Vergleichung vorliegt. Die Deutung einzelner Theile bleibt dann doch immer unsicher.

Was ich nun hier constatiren konnte, war Folgendes: die leicht gelblich tingirten unreifen Eier waren von einer einfachen Lage platter, mit Kern und Kernkörperchen versehenen Zellen dicht umschlossen, der Epithelialkapsel des Follikels. Die Zellen erschienen von der Kante spindelförmig, in der Flächenansicht hexagonal. Eine Eihaut war noch nicht vorhanden. Ausserdem fanden sich, nicht in kontinuirlicher Lage, kleinere rundliche Zellen zerstreut nach innen von der ersten Lage, zum Theil, oder vollständig in den Dotter eingesenkt. Das sind die Zellen, die Kowalevsky als Tunicazellen deutet. Aus diesen Beobachtungen ziehe ich nun den Schluss:

1. dass diese Objecte durchaus mit den von Kowalevsky gesehenen und gezeichneten identisch waren, aber

2. dass diese vermeintlichen Tunicazellen durchaus nicht identisch sind mit den Zellen des Follikelepithels, sie haben ungefähr nur die Grösse der Kerne der letztern.

Man kann daher aus dem vorliegenden Befunde nicht unmittelbar schliessen, wie Kowalevsky[2]) es thut, dass die Zellen des Follikelepithels sich von der Theca ablösen und in den Dotter eintreten.

---

1) Arch. f. micr. Anat. Bd. 7. pag. 103.

2) Dies. Arch. Bd. 7. pag. 103.

Auch nach Kowalevsky's Zeichnungen entsprechen seine Tunicazellen nach Grösse und Gestalt den Kernen der Follikelzellen. Die ganzen, langgestreckten Spindeln in der Circumferenz des Dotters seiner Figg. 1, 2, 3 sind die Follikelzellen, nur dann gibt es ja ein geschlossenes Epithel, und eine Flächenansicht der Zellen an einem gesprengten und ausgebreiteten Follikel lehrt auf den ersten Blick ,dass die Spindeln der Ausdruck der Kantenansicht jener platten Zellen sind. Text und Bezeichnung der einzelnen Theile in den Abbildungen 1,2 und 3 lassen mich fast vermuthen, dass Kowalevsky die Kerne der Follikelzellen für die ganzen Zellen genommen hat. — Wenn nun auch die kleinern rundlichen Zellen an und in der Randschicht des Dotters bei unreifen Eierstockseiern der A. intestinalis vom Follikelepithel herstammen — den Gegenbeweis kann ich an diesem Objecte nicht führen —, so können dieselben nur Abkömmlinge dieser Epithelzellen sein und nicht diese selbst, in direkter Einwandrung begriffen. Es fehlt mithin ein wesentliches Glied in Kowalevsky's Beweisführung, der Nachweis der Abstammung.

Aber diese Art gibt für die vorliegende Frage überhaupt ein viel ungünstigeres Object als A. canina. Bei der letztern trennt die Eihaut bereits Epithel und Dotter und ist das Epithel in seiner eigenartigen Umbildung bereits weit vorgeschritten, wenn die Tunicazellen entstehen, so dass beide Theile scharf aus einander gehalten werden können. Nach wiederholter Prüfung der beschriebenen Verhältnisse muss ich daher bis auf Weiteres bei meiner Deutung bleiben.

Diese Deutung harmonirt ferner mit der Art des Auftretens der Tunicazellen am Ei von M. macrosiphonica. Kleine pellucide, schwach lichtbrechende Zellen treten vereinzelt am reifen Ei auf, in der Gallertschicht zwischen Dotter und Eihaut erscheinend, nachdem vorher helle Flecke an der Peripherie des dunklen Dotters sichtbar geworden waren. Sie sind kaum halb so gross als die starklichtbrechenden Follikelzellen an der Aussenfläche der Eihaut. Irgend welche Anzeichen von Theilung oder Brutbildung an den letztern sind durchaus nicht wahrzunehmen.

In diesem Falle wäre allerdings, falls derselbe isolirt genommen wird, ein Einfluss der Befruchtung oder eine Betheiligung des Keimbläschens an der Bildung der Tunicazellen nach der directen Beobachtung nicht auszuschliessen, denn das Erscheinen derselben an den Eiern kurz vor oder nach dem Auswerfen fällt ziemlich mit dem

Zeitpunkt der Befruchtung zusammen und das Keimbläschen ist der Undurchsichtigkeit des Dotters wegen schon vorher nicht zu erblikken. Aber diese Frage darf nicht an einem isolirten Falle, der ausserdem unklare Verhältnisse aufweist, aufgeworfen werden, sondern muss im Zusammenhange mit den zahlreichen Fällen der Ascidiengruppe beurtheilt werden, wo weder ein Einfluss der Befruchtung noch eine Betheiligung des Keimbläschens denkbar sind.

Es bleibt nur die Alternative; entweder sind es vom Follikelepithel stammende und in den Dotter eingewanderte Zellen, die nachträglich wieder austreten, oder es sind Producte freier Zellenbildung in der Randschicht des Dotters. Wenn ich mich auf Grund der Verhältnisse bei A. canina für die zweite Auffassung erkläre, so gestehe ich zugleich bereitwillig zu, dass ich bei den übrigen untersuchten Arten A. intestinalis, mentula parallelogramma und complanata Fabric. nicht so klare Verhältnisse getroffen habe, da hier die fraglichen Elemente v o r d e r B i l d u n g d e r E i h a u t erscheinen. Ich kann bei den letztgenannten Thieren die M ö g l i c h k e i t nicht leugnen, dass man es mit A b k ö m m l i n g e n der Follikelzellen zu thun hat, ich muss nur bestreiten, dass sie mit den letztern b e i i h r e m E r s c h e i n e n übereinstimmen.

Sonderbarer Weise legt M. macrosiphonica nicht blos einzelne Eier, sondern auch zusammenhängende Klumpen, in denen die Eier durch ein ziemlich festes, structurloses hyalines Bindemittel vereint werden, wie bei dem Laich von Gastropoden, nur konsistenter, als es bei einer mir bekannten Gastropodenart angetroffen wird. Diese Eier stehen etwa um ihren halben bis ganzen Durchmesser in der Bindemasse von einander entfernt und entwickeln sich genau so, wie die vereinzelten, frei im Wasser liegenden. Ein Unterschied tritt aber, wenn auch nicht in der Entwickelung, doch an den Eihüllen auf; die e i n z e l n e n Eier haben die kontinuirliche Bekleidung der Follikelzellen auf der Eihaut, die zwar nicht lange haftet, aber doch meistens bis zur Bildung der Epidermis vorhält; die in Klumpen vereinten haben diesen Zellenbelag nicht, statt dessen zeigt sich aber an jeder Eihaut, derselben aussen aufsitzend, ein platter Kuchen von Zellen, cf. Fig. 4. ε, den ich aus keiner andern Quelle herzuleiten weiss, als dass er aus den vom grössten Theile der Peripherie des Eies abgestreiften und zu einer Masse zusammengerückten Follikelzellen gebildet wird. Der Grösse der Zellen nach wäre diese Deutung zulässig, aber den Vorgang kann ich mir nicht

klar machen. Bei M. simplex habe ich nichts entsprechendes gesehen, sondern nur isolirte Eier angetroffen. — Sehr häufig wächst eine der unten zu erwähnenden Zotten des Embryo in diesen »Kuchen« hinein, als sollte daraus endosmotisch Ernährungsmaterial aufgenommen werden.

Die Entwickelung. Ich sende voraus, dass aus der Beobachtung der Entwickelung an diesen beiden Arten von Molgula ich keine Erweiterung unserer Kenntniss der primären Bildungen habe schöpfen können und zufrieden sein musste zu konstatiren, dass, so weit sich Einblicke in die Gestaltungen der dunklen Masse des Dotters thun liessen, die Vorgänge keine wesentlichen Abweichungen von den an den Eiern der bisher beobachteten Ascidien darboten.

Die Furchung vollzieht sich regelmässig, die Kerne der Furchungskugeln sind nicht wahrnehmbar. Darnach plattet sich die kuglige Masse an einer Stelle etwas ab, aber nicht in dem Masse wie bei A. mammillata, dem Hauptobject von Kowalevsky, bei A. mentula und canina, dass die Form geradezu kalbkuglig würde. Ob die Abplattung mit einer becherförmigen Einstülpung von dieser Seite her parallel geht, durch welche der Kiemendarmsack, das dritte Keimblatt, angelegt wird, lässt sich gleichfalls nicht sicher entscheiden, ist aber nach dem Folgenden wahrscheinlich.

Die Abplattung gleicht sich bald wieder aus und der abermals kuglig gewordene Embryo wird nun in der Randschicht durchsichtiger, man unterscheidet die einschichtige Anlage der Epidermis (Fig. 2 a.), im Innern zwei getrennte dunkle Massen und einen spaltförmigen Raum zwischen der Epidermis und den letztern, die Leibeshöhle. Die Epidermiszellen sind ziemlich so hoch, wie breit, von der Basis gesehn hexagonal und von zahlreichen dunklen Körnchen angefüllt, so dass die Kerne nicht deutlich sichtbar werden. — Die beiden Portionen der dunklen Innenmasse erscheinen sehr verschieden.

Die eine Portion ist ein hohler Schlauch, der von einer einfachen Lage grosser abgestumpft pyramidaler Zellen umschlossen wird, die ganz undurchsichtig sind, so dass man Mühe hat, den Hohlraum im Innern bei Abplattung durch Druck zu erkennen, man kann sich aber doch von der Existenz der Höhle sicher überzeugen. Dieser Sack ist die Anlage der Kieme und des Darms, ist vollständig geschlossen und von der Epidermis durchweg getrennt, b. die zweite Portion, ungefähr eben so gross, wie die vorige, bildet eine

compakte Ansammlung von rundlichen dunklen Körpern, doppelt so gross als die Epidermiszellen, aber bedeutend kleiner, als die grossen Pyramiden der Kiemendarmanlage. Es ist das also eine besondere Anlage, von der im Ei der bisher beobachteten Ascidien kein Analogon beschrieben ist, cf. Fig. 2 u. folgende.

Nun lagen die Verhältnisse in den vorhergehenden Stadien leider nicht so, dass sich hätte entscheiden lassen, ob diser Körper sich secundär von der Kiemendarmanlage trennt, oder direct aus einer centralen Portion der Furchungskugeln herzuleiten ist, die durch die Einstülpung der oberflächlichen Schicht, aus welcher höchst wahrscheinlich auch hier der Kiemendarmsack entsteht, aus dem Centrum verdrängt wird. Da mit weitern Wahrscheinlichkeiten der Wissenschaft nicht gedient ist, so lasse ich es unerörtert, auf ein der Beobachtung günstigeres Object hoffend. Die Kugeln dieser Anlage bleiben ferner von derselben Grösse, die sie auf dem eben geschilderten Stadium zeigen, nehmen aber der Zahl nach in dem Masse ab, als die Entwickelung weiter geht, ohne dass innerhalb des Haufens irgend welche Gruppirungen aufträten, aus denen sich einzelne Organe hervorbildeten. Das Schwinden der Kugeln erfolgt von der Pripherie des Haufens aus, so dass der Umfang desselben stetig einschrumpft. Ohne Zweifel sind die Kugeln Zellen, ihr Inhalt ist zunächst nicht Fett. Dieses tritt aber allmälig darin auf. Aus diesem Material entstehen vermuthlich folgende Organe: Blutkörperchen, Herz mit Pericardium und eine Blase am Pericardium, die als Niere gedeutet werden muss. Aber da die Bildungsweise nicht klar ist, nehme ich Anstand dieselben direkt als Keim- oder Bildungszellen des mittlern Blattes zu bezeichnen und ziehe den indifferenten Namen »Reservekugeln« vor. Diese sind vollständig consumirt, wenn die Muskulatur der Haut und die Gefässe auftreten. —

Demnächst sieht man nun die Epidermishöhle zapfen- oder keulenförmige Anhänge bilden. Es gestaltet sich an beschränkter Stelle eine faltenförmig übergreifende Duplicatur derselben, diese dehnt sich aber nicht über die Oberfläche aus, sondern wächst mit beschränkter Basis konisch hervor und schmiegt sich zunächst der Oberfläche an, Fig. 2, 4 d. Es entstehen rasch hinter einander fünf solcher Zotten. Diese hat Lacaze-Duthiers schon erwähnt und giebt dieselbe Zahl dafür an. Meist stehen sie so, dass vier von ihnen ungefähr in eine Durchschnittsebene des Embryo fallen, die fünfte,

etwas abgerückte, ist dann nicht gleichzeitig zu übersehen. Sie werden also von einer einfachen Lage Epidermiszellen gebildet und ihre hohle Axe bleibt in Communication mit der Leibeshöhle. Sie wachsen rasch bis zu unbestimmter Länge, können sich von der Oberfläche der Epidermis abheben und eine Länge erreichen, die den Durchmesser des Eies übertrifft. Aber es ist gar keine Constanz hierin. Bei dem einen Eie bleiben sämmtliche von der Gestalt und Lagerung der Zotten d in Fig. 4, bei dem andern wächst die eine oder zwei bedeutender in die Länge, dann treiben sie die Tunicaschicht und die Eihaut vor sich her und bringen so einen langen schwanzartigen Fortsatz hervor. Ist ein solcher entstanden, so zieht sich darnach im weitern Verlauf die Zotte sammt der Tunica wieder zurück und es bleibt blos der leere Schlauch der Eihaut nach wie in Fig. 5 und 6.

Ich bemerke hierbei, dass an isolirt gelegten Eiern um die Zeit des Auftretens dieser Zotten die Follikelzellen stets schon abgefallen sind, die Eihaut, ohnehin zart, liegt dann nur noch durch eine feine Contour angedeutet der Gallerte der Tunica dicht an und kann leicht ganz übersehen werden, so dass man meinen könnte, der Embryo sei bereits ausgeschlüpft. Solche lang hervor schiessende Zotten belehren dann eines bessern, indem sie die Eihaut isolirt zur Wahrnehmung bringen, sobald sie sich zurückziehen. Destillirtes Wasser hebt die Eihaut übrigens gleichfalls von der Tunica ab, tödtet aber den Embryo.

Die Zotten sind kontractil und expansionsfähig. Man sieht sie langsam sich der Länge und Breite nach dehnen, sich partiell einschnüren und vor oder hinter der Einschnürung sich aufblähen. Wenn bereits freie Zellen in der Leibeshöhle aufgetreten sind, gelangen diese in den Zottenraum, werden hin und her bewegt und so wird auch die Flüssigkeit der Leibeshöhle in langsame Fluctuation versetzt.

Diese träge Bewegung ist entschieden von den sie bildenden Epidermiszellen abhängig, die dabei aktiv thätig sind, sich strecken und kontrahiren. Dass die Dehnung nicht von Drucksteigerung in der Leibeshöhle abhängt, geht daraus hervor, dass zur Zeit nur eine Zotte sich recken hann, die übrigen, trotz freier Commnnication mit dem Binnenraum, unbeweglich bleiben, und ferner aus ganz lokalisirten Dehnungen einer Wandstelle der Zotte.

Sonderbar ist das nicht selten von mir beobachtete Verhältniss

dass an in Klumpen vereinten Eiern — eine Zotte bis in den Zellenkuchen hineinwächst, der auf der Oberfläche der Eihaut liegt und mit demselben in festere Vereinigung tritt, so dass sie einen ganzen Tag und länger in dieser Verbindung verharrt. Es ist nicht immer die dem Kuchen nächste Zotte, die dahin vordringt, sondern mitunter hat dieselbe einen weiten Weg bis dahin zurück zu legen. Aber auch hierin trifft man nicht Constanz.

Gleich das erste Ei der M. macrosiphonica, das ich erblickte, zeigte eine so regelmässig symmetrisch und paarig angeordnete Stellung von vier Zotten, dass ich im höchsten Grade überrascht wurde und eine Larve mit vier Extremitäten vor mir zu haben glaubte, die Fig. 4 giebt den Embryo wieder. Noch häufiger sah ich solche regelmässige Ordnung bei M. simplex. Als nun andere Eier je einen langen Fortsatz aufwiesen, schien zu den vier Extremitäten der Schwanz gegeben zu sein und man wird es natürlich finden, dass ich mit einiger Zähigkeit nach Stützen für diese Deutung suchte. Indessen Weiteres ergab sich in diesem Sinne nicht. Es trat nirgends auch nur eine Spur eines Axengebildes auf, sämmtliche Fortsätze verharrten als hohle Epidermiszotten, der Mehrzahl der Embryonen fehlte der lange Fortsatz und, wo er auftrat, war seine Stellung am Körper keine regelmässige. Ich wies die lockende Versuchung ab, nach weiteren Parallelen mit höheren Kreisen auszuschauen. Immerhin bleibt die Fünfzahl der Stummel bei dieser Art und der von Lacaze-Duthiers beobachteten, neben der anderweitigen Variabilität der Verhältnisse, höchst merkwürdig.

Die Entwickelung des Kiemensacks und Darms vollzieht sich, wie bei der geschwänzten Larve anderer Ascidien, wenn auch die Einzelheiten nicht entfernt so deutlich verfolgt werden können. Es scheiden sich bald zwei Abschnitte an dem ursprünglichen Sack, ein vorderer, in der Seitenansicht ungefähr viereckiger, der Kiemensack, und ein hinterer cylindrischer Abschnitt. Nennt man nach Analogie der Bezeichnungen an den geschwänzten Larven und in Uebereinstimmung der Lage des Centralnervensystems, hier sowohl wie bei jenen Larven, die Seite die ventrale, an welcher die Bauchfurche sich entwickelt — es ist die rechte Seite der Abbildungen — so geht der cylindrische Abschnitt, die Anlage des Nahrungskanals aus der dorsalen hintern Ecke des Kiemensacks hervor, wächst erst der Kieme anliegend ventralwärts und wendet sich darauf, eine Schlinge bildend, wieder dorsalwärts, an der linken Seite des

Schlundes vorüberstreichend (Fig 5 und 6). Die Anlage der Bauchfurche im Kiemensack zeigt sich sekr bald, es wird die Seite der Kiemen schärfer kantig, erscheint durch die bedeutendere Wanddicke dunkler als die übrige Kieme und es lassen sich die langen cylindrischen Zellen wahrnehmen, die gleich anfänglich die Wand der Furche bilden (Fig. 5—8 f).

Gleichzeitig mit der Scheidung von Kieme und Darm bildet sich der Mund- oder Kiemensipho als eine scheibenförmige Verdikkung der Epidermis am Vorderende, die sich napfförmig einsenkt und mit der Kieme verschmilzt (Fig. 5, 6 g). Etwas später erfolgt die Bildung des Kloakensiphos in ganz entsprechender Weise im hintern Theil der dorsalen Seite, K.

Und um dieselbe Zeit gewahrt man denn auch, dass das Nervensystem bereits existirt, denn es entfernt sich der Kiemensack von der Epidermis und an seiner dorsalen Seite wird ein Strang sichtbar, der Wand des Sackes dicht aufliegend, der zwischen den Anlagen beider Siphonen verläuft. Später tritt derselbe viel deutlicher hervor und soll noch genauer beschrieben werden (Fig. 5, 6, n).

Was ich zur Beantwortung der wichtigsten Frage, der nach der Entstehung des Nervensystems, beibringen kann, ist sehr wenig.

An Eiern des Stadiums der Fig. 2 ungefähr, d. h. nach Sonderung der Epidermis und nach der Scheidung der dunklen Innenmasse in die zwei beschriebenen Portionen — ehe noch die Zotten da waren, habe ich zwei Mal mit aller nur wünschenswerthen Deutlichkeit das Bild der Fig. 3 gehabt; zwei entgegengesetzte Falten der Epidermis, mit ihren Scheiteln einander zustrebend und zwischen beiden die Oberfläche des Eies eingesenkt. Ich bin in beiden Fällen nicht dazu gekommen, den Ausgang dieser Bildung mit Klarheit zu verfolgen. Das erste Mal drehte ich das Ei, um wo möglich die Ausdehnung dieser Furchenbildung auf der Oberfläche zu übersehen, erreichte meinen Zweck aber nicht, denn bei dem absolut undurchsichtigen Grunde, den das Innere des Eies bot, war in der Ansicht von oben nichts Sicheres wahrzunehmen und die ursprüngliche Lage konnte ich nicht wieder erlangen. Aber ich konnte an diesem Ei noch konstatiren, dass sich nachträglich fünf Zotten bildeten, die ich vom ersten Ursprung an verfolgen konnte. Die Entwicklung des zweiten Eies, an dem ich ungefähr dasselbe sah — die Einsenkung der Oberfläche zwischen den zwei entgegengerichteten Spitzen war nur weniger tief — stockte bald darauf, es starb ab. Daraus lässt

sich kein sicherer Schluss ziehen, aber die Wahrscheinlichkeit spricht doch dafür, dass es sich hier um das Centralnervensystem gehandelt hat, denn von innern Organen kann, nachdem der Kiemendarmsack bereits da war, keines sich um diese Zeit und auf diese Weise anlegen, es könnte sich mithin blos handeln um eine Verwechslung mit den Epidermiszotten g. Aber dagegen spricht die Nähe der beiden Duplicaturen zu einander, die Zotten stehen entfernter, wie ein Blick auf Fig. 4 zeigt, und es widerspricht dem ferner, dass in dem ersten Falle mit Sicherheit nachher die Entstehung von fünf Zotten konstatirt wurde, dann können die beiden ersten Duplikaturen nicht auch solche gewesen sein, sonst wäre die reguläre Zahl der Zotten überschritten worden.

Alles das zusammengenommen scheint es mir wahrscheinlich, dass die Gestaltung der Oberfläche in Fig. 3 mit der Bildung des Nervensystems in Beziehung steht und dass dasselbe sich durch Furchenbildung und Schliessung der Furche aus dem obern Keimblatt entwickelt.

Gehen wir zn den späteren Stadien über, so ist zunächst das Auftreten grosser blasig ausgedehnter Zellen in der Leibeshöhle zu erwähnen. Ihre Bildung geht vom hintern Theile, wo die Reservekugeln liegen, aus, von dort schieben sie sich vorwärts. (Fig. 6, 7 h). Es sind helle Kugeln mit deutlicher Membran und einem flachen Kern in derselben, die im Innern kleine runde Zellen zeigen, von der Grösse und Beschaffenheit, die man, nachdem das Herz zu pulsiren begonnen hat, durch dasselbe passiren und in der Leibeshöhle umhertreibend sieht. Diese Blasen stossen an die Epidermis einerseits und die Wände der innern Organe andererseits. Ich erblickte dieselben noch bei den ältesten Entwicklungsstufen, die ich durch Züchtung in der Porcellanschale erlangen konnte. Hier fehlten noch Blutgefässe und es gingen durch das Herz erst spärliche Blutkörperchen. Dass diese letzteren im Innern der Blasen entstehen, scheint mir zweifellos, die Uebereinstimmung der freien und der noch eingekapselten kleinen Zellen ist eine vollständige. Die weiteren Schicksale der kernhaltigen Blasenwände aber vermag ich nicht anzugeben.

Die zunächst in ringförmigen, dann longitudinalen Zügen an den Siphonen auftretenden Muskeln (Fig. 7, 8 m), von denen die longitudinalen sich stetig weiter über den Kiemensack erstrecken, sind feine glatte Fasern und entstehen aus rundlichen Zellen, die

man vorher in der Leibeshöhle um die epitheliale Anlage des Sipho sich ansammeln sieht.

Das Nervensystem wird erst klar zu übersehen, nachdem die Muskeln bereits entstanden sind. Es liegt dann als ein blasser, cylindrischer, an den Enden sich nicht verdickender Strang, angeheftet an die dorsale Wand des Kiemensacks (Fig. 8ᵃ, n) und erstreckt sich von dem Flimmerbogen (Fig. 8ᵃ, fl), am Eingange zum Kiemensacke, bis zur Basis des flaschenförmig gestalteten Aftersipho. An beiden Endpunkten spaltet sich der Strang in Nerven, v. Vorn läuft ein Ast längs des Flimmerbogens, ein anderer geht mehrfach verzweigt unter den Muskeln des Kiemensipho hin und vertheilt sich an diese. Am hintern Ende sind ebenfalls zwei Hauptzüge der Nerven zu unterscheiden, der eine streicht der Länge nach am Sipho hin, vertheilt sich an die Muskeln, der andere Zug geht quer längs der Basis des Sipho zum Afterdarm und Schlunde. Weiter konnte ich den letztern nicht verfolgen.

Der centrale Strang besteht aus kleinen runden Zellen mit punktförmigen, aber in jeder deutlich sichtbaren Kernen. Die Nerven sind nicht so blass und zart, wie die von mir entdeckten S p i n a l n e r v e n d e r L a r v e v o n A. m e n t u l a, sondern zeigen bis in ihre feinste Verzweigung etwas Glanz, wodurch es erleichtert wird, sie im Verlauf zu verfolgen. Unmittelbar vor dem Flimmerreif am Vorderende des Stranges ist eine kleine flimmernde Stelle an demselben. Es kann das nichts anderes sein, als die Anlage der Flimmergrube, die ich bei drei Arten von Molgula in derselben Entwicklung getroffen habe, wie sie bei den Salpen beschrieben wird. Gegen die Leibeshöhle bekleidet eine zarte pellucide Scheide den Strang.

Bei dem erwachsenen Thiere der M. macrosiphonica hat der Centralnervenstrang dieselbe Ausdehnung, d. h. er reicht hier ebenfalls von der vor der dorsalen Vereinigung der Flimmerbogen gelegenen Flimmergrube bis in die Nähe der Basis des Kloakensipho, und die von beiden Enden abgehenden Nerven, die aber nicht entfernt so deutlich zu verfolgen sind, wie hier am Embryo, verhalten sich entsprechend der eben gegebenen Schilderung. Den relativen Maassen nach bleibt das Centralnervensystem aber bedeutend in der Entwicklung zurück, da die Distanz der Siphonen sich im Verhältniss zum Umfange des ganzen Körpers verkürzt.

Es bleibt nun noch einiger Organe Erwähnung zu thun, die um

die Zeit erscheinen, wo die Muskulatur von den Siphonen auf die Kieme sich ausdehnt. Die Reservekugeln sind allmälig auf eine kleine Zahl reducirt worden, die um das aborale Ende der Bauchfurche und den Scheitel der Schlinge gesammelt liegen, die der Darm bildet. Zwischen den vordersten dieser Kugeln tritt eine helle Blase auf (Fig. 7, r). Wenn sie völlig zu übersehen ist, ist sie nicht grösser als eine der Reservekugeln, die eine Hälfte ihrer Wand ist ganz dünn, die andere stärkere erscheint aus sehr kleinen cylindrischen Zellen zusammengesetzt. Im Innern erblickt man in ganz pellucider Flüssigkeit ein kleines dunkelbraunes Concrement. Nun wächst die Blase ziemlich rasch und es verdünnt sich dabei auch die bis jetzt noch dickere Hälfte ihrer Wand und es vermehren sich die Concremente, die in der wasserhellen Flüssigkeit suspendirt sind. Das Organ liegt rechts vom hintern Ende der Bauchfurche und ist nur von dieser Seite her (alle Abbildungen mit Ausnahme von Fig. 8 b sind von dieser Seite entworfen) zu erblicken. Zwischen dieser Blase und der Kieme, also an der linken Seite der erstern erscheint das Herz. Erst durch jene verdeckt, so dass man den Beginn seiner Bildung nicht beobachten kann, wächst es dorsalwärts darüber hinaus (Fig. 8 a. o). Man unterscheidet dann den Herzbeutel p, als eine Endothelblase und darin den Herzschlauch, der durch eine Einschnürung in zwei Abtheilungen geschieden ist. Am Anfange findet eine langsame, an beiden Abtheilungen gleichzeitig auftretende Pulsation statt. Der Embryo, der in Fig. 8 a. dargestellt ist, offenbarte aber schon den Charakter der Klasse, durch die der Richtung nach wechselnde Aufeinanderfolge in der Contraction beider Herzhälften. Während diese beiden Organe entstehen, sind die Reservekugeln vollständig verschwunden, nachdem die letzten durchaus zu Fettkugeln geworden waren und eine gelbliche Farbe angenommen hatten, wie ich es auch an den Zellen des Fettkörpers bei A. canina beobachtete, in den sich die Elemente des verkümmerten Schwanzes dort metamorphosiren.

Die Blase mit den Concrementen, die an die linke Seite des Herzbeutels angeheftet ist und kurz vor demselben entsteht, hat ohne Zweifel die Function einer Niere. Bei dem erwachsenen Thier fand ich sie an derselben Stelle wieder und Concremente darin; diese sind kuglig oder scheibenförmig, concentrisch geschichtet, die einzelnen Schichten fein radiär gestreift, die Farbe der Stücke wechselt zwischen gelb und schwarzbraun. Eine Oeffnung oder gar einen

Ausführungsgang der Blase habe ich weder beim entwickelten Thier noch beim Embryo finden können.

Krohn beschreibt in ganz gleicher Weise die Bildung einer concrementhaltigen Blase bei Phallusia (Ascidia) mammillata [1]), dicht neben dem Residuum des verkümmerten Larvenschwanzes auftretend, wie hier bei Molg. in unmittelbarer Nähe des Restes der Reservekugeln. Das Depositum ist dort kreideweiss. Bei dieser Art bleibt das Bläschen aber nicht vereinzelt, sondern es treten andere daneben auf und so entsteht ein zusammenhängender Complex, der beim entwickelten Thier den grösten Theil des Darms bedeckt. Krohn neigt ebenfalls zu der Deutung, dass es ein nierenartiges Secretionsorgan sei, nur scheint ihm der Mangel von Ausführungsgängen hierbei ein Hinderniss.

Versuche mit der Murexidprobe gaben mir von den gesammelten Concrementen mehrerer Exemplare von Molg. macrosiphonica kein Resultat, verdünnte Salpetersäure löste die braune Masse leicht auf. Ein unzweideutiges positives Resultat erhielt ich aber bei einer andern Ascidie, die sich durch ein sehr entwickeltes Organ dieser Art auszeichnet, bei A. complanata Fabric. Ich fand das Thier in Arendal in 20 Faden Tiefe. Ausser Fabricius, der es in der Fauna grönlandica kurz beschreibt, scheint Niemand es getroffen zu haben. Es gehört zur Gattung Ascidia. Hier verhüllt den Magen von der rechten Seite ein grosses plattes Organ, von reichlich der dreifachen Ausdehnung des Magens. Es lässt den eine lange Schlinge bildenden Mitteldarm frei und erstreckt sich vom Magen querüber zum Afterdarm. Schon das blosse Auge erkennt an dem isolirten Organ fünf- und sechseckige, platte, durchsichtige Zellen, mit je einem braunen Kern darin. Ein Zwischengewebe ist nicht vorhanden, diese pelluciden platten Blasen stossen unmittelbar an einander. Das Ganze lässt sich mit einiger Mühe vom Magen abtrennen. Communicationen der Blase unter einander oder Ausführungsgänge finde ich nicht. Die braunen Kerne sind nun Concremente, wie die von Molgula beschriebenen. Sie sind mehrfach concentrisch geschichtet, dabei fein radiär gestreift, meist kuglig, aber auch abgeplattet, von mässiger Consistenz, so dass man durch Druck auf's Deckglas sie leicht zerquetscht. Diese Deposita nehmen vom hintern zum vordern Ende des Organs, d. h. vom Magen gegen den Afterdarm

---

1) Müll. Arch. 1852 pag. 329.

zu, an Grösse gleichmässig ab, ohne dass die platten Blasen, in denen sie suspendirt sind, sich gleichfalls verkleinerten. Nur am äussersten Vorderende fand ich einige kleinere und weniger platte Blasen, in denen ich nichts oder eine punktförmige Spur der Concretion entdecken konnte. Ich bemerke, dass die Thiere, an denen sich dies Verhalten zeigte, erwachsen waren, die, wie die erschöpften Geschlechtsorgane erweisen, ihre diesjährige Legezeit bereits überstanden hatten. Es findet hier also eine stete Fortbildung des Organs beim reifen Individuum statt, wie Krohn es beim Embryo von Phallusia mammillata beobachtete, am vordern Ende entstehen neue Blasen und beginnen die Ausscheidung der Concretion, ohne dass man von den hintersten sagen kann, sie seien an der Grenze ihrer Thätigkeit angelangt, denn eine Schrumpfung, ein Collapsus lässt sich da nicht wahrnehmen. Die grossen Concremente erreichen 0,2 mm. im Durchmesser, die Blasen selbst 0,5—0,7 mm.

Ich nahm das isolirte Organ von zwei Thieren und behandelte es im Urschälchen mit ein paar Tropfen verdünnter Salpetersäure. Die Concremente lösten sich bald vollständig. Der bei langsamer Verdampfung nachbleibende Fleck war ziemlich farblos. Das Urschälchen wurde nun über ein anderes gestülpt, das einige Tropfen Ammoniak enthielt und sehr bald röthete sich der Fleck, zwar nicht sehr intensiv, aber zweifellos. Darnach ist also die Natur des Organes nicht mehr fraglich und die vereinzelte Blase der Molgula ebenfalls als Secretionsorgan aufzufassen.

Histologisch ist die Nierenblase von Molgula nicht eine Einzelzelle, sondern die Wand ist zusammengesetzt gebaut. Man sieht (Fig. 7, r) wenigstens einen Theil der Wand aus kleinen Cylinderzellen bestehend und bemerkt später zwei Schichten, eine propria mit länglichen Kernen und darin ein deutliches plattes Epithel mit runden Kernen.

Auch die einzelnen platten Blasen der Niere von A. complanata sind in derselben Weise doppelt geschichtet. Die äussere Schicht ist ein Endothel aus länglichen Zellen mit undeutlich hervortretenden Contouren, die innere ein regelmässiges, scharf gezeichnetes plattes Epithel. Concretionen in den Epithelzellen selbst habe ich nicht erblickt.

Es sind also Nieren von besonderm Typus, deren Secret nicht ausgeführt, sondern innerhalb geschlossener Blasen in fester Substanz abgelagert wird. In der einfachsten Form bleibt es bei einer

Blase, die Fortbildung erfolgt durch Vermehrung der secernirenden Blasen, wahrscheinlich stetig während der Lebensdauer.

Bald nach dem Erscheinen der Nierenblase treten die flimmernden Spalten im Kiemensacke auf, Fig. 8 a, s, ganz ebenso wie Krohn es zuerst von A. mammillata schilderte. Der Darm ist mittlerweile so weit gewachsen, dass er nicht Raum hinter dem Kiemensacke hat, sondern der mittlere Theil der Schlinge, die derselbe bildet, sich an der linken Seite der Kieme nach vorn schiebt. Bei dieser Verlängerung des Darms krümmt sich schliesslich der bei der Ansicht von rechts her verdeckte Mitteldarm S. förmig und es erscheint nun, demselben anliegend, ein Organ, das mir bisher noch räthselhaft ist. Es beginnt als ein wasserheller, mit einem Ende der äussern Darmwandung ansitzender Stab, der frei in den Raum zwischen zwei Schenkel der Darmwindung hinein wächst, sich dann theilt und abermals theilt. Die Aeste fliessen, sich einander zuneigend, zusammen, es entstehen so netzförmige Verbindungen, die ich bis zur Bildung von 4—5 Maschen verfolgen konnte (Fig. 8 b, w). Weiter gehen meine Beobachtungen nicht, denn ich konnte ältere Embryonen nicht erziehen. Nur so viel liess sich noch constatiren, dass die Glieder des Netzes hohl waren, eine sehr dünne Wand besassen und kleine runde ebenfalls wasserhelle Zellen darin auftraten. Krohn beschreibt etwas ganz Aehnliches von Phall. (Asc.) mammillata Cuv.[1]) und bringt die Bildung mit einem netzförmig den Darm des entwickelten Thieres umstrickenden System feiner Canäle von wasserhellem Inhalte in Beziehung, welche mit kolbenförmigen Enden beginnen und auch im Verlauf zu Ampullen anschwellen. Da nun die Entstehung beim Embryo von der Darmwand ausgeht, so schliesst er natürlich auf eine Verdauungsdrüse. Dass wir beide dasselbe gesehen haben, ist mir nicht zweifelhaft und ich lege hierauf besonderes Gewicht, indem durch diese Bildung, wie durch die Entstehung der Niere, eine bis in die Einzelheiten reichende Uebereinstimmung in der Entwicklung des Molgulaembryo und der geschwänzten Larven — im letzten Stadium, nach Verlust des Schwanzes — dargethan wird. Der Deutung des Organs mich anzuschliessen, nehme ich aber Anstand, denn ich habe weder eine Communication mit dem Darm, noch überhaupt eine Betheiligung des Darmepithels an der Bildung des ersten hellen, an den Darm sich anlehnenden Stabes

---

1) L. c. pag. 331.

bemerkt. — Ich finde nun auf dem Mitteldarm der erwachsenen Molgula ein prachtvoll entwickeltes Kanalsystem aufliegend, das mit weiteren Maschen stärkerer Aeste oberflächlich beginnt und in ein dichtes Capillarnetz darunter übergeht. Dasselbe überraschend schön ausgebildete System finde ich auch bei A. canina und anderen Arten, auf und in der Darmwand. Man trifft im Verlauf der Canäle vielfach Erweiterungen an denselben und sieht blinde cylindrische Anhänge daran. Die gröberen Aeste haben durchaus den Bau von Blutgefässen und es treten in der That zahlreiche Gefässstämme von aussen her in das Netz ein. Mir ist es auch bei A. canina gelungen, dieses System wenigstens partiell vom Herzen aus zu injiciren. Die Injectionsmasse war in mehrere der blinden Anhänge eingedrungen. Solche blinde kolbige Anhänge sind auch nichts Neues im Gefässsystem der Ascidien. Man findet dasselbe an den colonialen Gefässen in der gemeinsamen Tunica der Synascidien. Ich halte daher das Ganze für einen besonders entwickelten Theil des Circulationsapparates, dem wohl neben der Resorption des Chymus noch andere Functionen zukommen. Namentlich ist es mir höchst wahrscheinlich, das es die Bildungsstätte für die der Form und Grösse nach ziemlich wechselnden geformten Elemente des Blutes abgiebt. Die blinden Anhänge sind mit Zellen ganz oder theilweise gefüllt und auch sonst sieht man mehrfach Hügel von Zellen, die fest aneinander hängen, vom Endothel ausgehend in das Lumen der Canäle hineinragen. Die anscheinend isolirte Entwicklung desselben, mit Anlehnung an den Darm ist zwar überraschend, schliesst aber diese Deutung doch nicht aus.

Soweit reichen meine Beobachtungen über die Entwicklung von M. macrosiphonica. Die zuletzt beobachtete Entwicklungsstufe ist in Fig. 8 naturgetreu dargestellt. Sie entspricht der Gesammtorganisation nach dem Stadium der Entwicklung der A. canina, das ich in Fig. 19 und 20 meiner Abhandlung [1]) abgebildet habe, vollständig. Ich habe zu der Darstellung in Fig. 8 absichtlich ein Individuum gewählt, an dem die leere Hülse eines ursprünglich vorhandenen langen Fortsatzes vorhanden war, zum Beweise, dass die Eihaut hier die Tunica noch umhüllt, was man übrigens auch in der Gegend der

1) Dies. Arch. Bd. 6. Taf. IX.

Siphonen sieht, wo sich die in die Siphomündung einwärts gezogene Tunica von der darüber hinstreichenden Eihaut abhebt. An anderen Exemplaren derselben Ausbildung konnte ich die Haut nicht mehr finden.

Die Embryonen von M. simplex, deren Entwickelung ganz ähnlich verläuft, streifen die Eihülle früher ab.

Wider mein Erwarten verschwinden die zottenförmigen Anhänge bei M. macrosiphonica gegen das Ende der Entwickelung, sind also nicht die Anlagen der späteren Haftfäden, sondern Embryonalorgane.

Aus dem Mitgetheilten erhellt zur Genüge, dass hier eine continuirliche, progressive Entwickelung vorliegt, die als die typisch ursprüngliche der Ascidiengruppe innerhalb der Classe der Tunicaten aufgefasst werden kann. An diese schliesst sich weiter die Entwicklungsweise derjenigen Ascidien, die mit geschwänzten Larven auftreten. Es beginnt dieselbe nach dem Typus der Molgula, darauf tritt die Complication ein, durch welche der Anschluss an den Stamm der Vertebraten erreicht wird. Aber diese Erweiterung des zu Grunde liegenden Planes, die in der Richtung einer höheren Ausbildung verlief, bricht auf einer bereits erreichten hohen Stufe plötzlich ab, um unter regressiver Metamorphose derjenigen Organe, durch deren Bildung der Entwicklungsgang der Molgula bereits überschritten war, wieder in diesen einzulenken und nun denselben bis zum Ende harmonisch beizubehalten.

Es ist bei dieser Vergleichung beider Prozesse das Folgende von Wichtigkeit: Bei den geschwänzten Larven bilden die aus dem Zerfall hervorgehenden Elemente, d. h. die zusammenschnurrende Chorda, die von einander gelösten Muskel- und Nervenzellen, einen der Fettmetamorphose unterliegenden Klumpen, der noch längere Zeit im Hinterende des Körpers zu sehen ist[1]). Dieser findet sich dort genau an der Stelle, die der Rest der Reservekugeln beim Embryo der Molgula gleicher Ausbildung einnimmt. Hat man die Entwickelung der Molgula nicht kontinuirlich verfolgt, sondern sähe blos diese letzte Stufe, so könnte man schliessen, der Fetthaufen rührte auch hier von einem atrophirten Schwanze her.

Auch die erste Erscheinung der Reservekugeln gestattet die Annahme, dass man in ihnen, wenigstens in einem Theile derselben, die den Chorda- und Muskelzellen des Schwanzes homologen Ele-

---

1) Cf. Fig. 18, 19, 20 dieses Archivs, Bd. 6, Tab. IX.

mente zu sehen hat. Sie liegen am hintern Ende zwischen Epidermis und der Kiemendarmanlage, gehören also zum mittleren Blatte oder bilden vielmehr hier das ganze mittlere Blatt.

Leider verhindert nun die geringe Durchsichtigkeit des Objects, zu entscheiden, ob die Reservekugeln (Zellen) sich direkt an der Bildung der blutbereitenden Blasen, des Herzens und der Niere betheiligen. Geschieht das auch, so wird damit immer nur der kleinere Theil derselben zur Organbildung verbraucht. Der Hauptheil erfährt die Verwendung, der auch die atrophirenden Elemente des Schwanzes verfallen, d. h. er wird allmählig als Nährmaterial verflüssigt und konsumirt. Legt man also den Entwicklungsgang der Molgula der Betrachtung zu Grunde und hält dagegen die Entwickelung der geschwänzten Larve, so schaltet sich die Bildung der Skeletaxe und der zugehörigen Theile bei der im Sinne progressiver Phylogenie höher stehenden Gruppe in den Entwicklungsgang der Molgula als Episode ein, zu deren Realisirung bereits beim Embryo der letzteren das Material in den Reservekugeln ausgebildet wäre.

Versuche ich nun, mir vorzustellen, wie etwa die Einleitung eines weiteren Fortschritts erfolgt wäre, so liegt es nahe, an eine relativ rapidere Entwicklung des Nahrungskanals, als es bei den bis jetzt beobachteten Larven der Fall ist, zu denken, derart, dass die Kiemenspalten durchbrächen und die Flimmerung der Kieme begänne, so lange noch die Chorda, das Rückenmark und die Muskeln des Schwanzes vorhanden wären. So könnte durch Nahrungsaufnahme die Bedingung zum Fortbestehen dieser Theile geboten werden, was bei den bekannten Larven nicht der Fall ist. Ihre Muskel- und Nervenzelle arbeitet ohne Ersatz, erschöpft ihren Kraftvorrath und verfällt nothwendigerweise der Atrophie. Der Rest ihres Materials wird verwendet zur Weiterentwickelung des übrigen Organismus und die vollständige Consumtion fällt mit dem Zeitpunkte zusammen, in welchem die Aufnahme äusserer Nahrung möglich wird.

Bei einer Synascidie aus dem Arendaler Hafen, Botrylloides rubrum, M. Edw.[1]), konnte ich bereits eine relativ raschere Ent-

1) Ich will hier bemerken, dass ich entgegen M. Sars die Angaben von Mecznikow (Bull. d. l'Acad. de St. Petersb., Tome 13, pag. 291) hinsichtlich der Botrylluslarven durchaus zu bestätigen habe. Jedes Ei producirt nur ein Individuum, das nach der Festsetzung durch seitliche Knospung sich vermehrt. Krohn hat dieselbe Ueberzeugung gewonnen.

wicklung der Kieme beobachten, als bei der Larve von A. canina. Die Chorda und die Muskelzellen waren noch nicht vollständig atrophirt, sondern bildeten noch in einiger Ordnung einen stummelartigen Schwanz, als die Kieme bereits flimmerte und beide Siphonen offen standen. Hierin fanden merkliche individuelle Differenzen statt, andere Junge desselben Stockes zeigten genau auf derselben Stufe nur einen Klumpen fettigen Detritus als Rest der Organe des Schwanzes.

Eine Zwischenstufe andererseits zwischen den Molgulaarten, die ich beobachtete, und den geschwänzte Larven producirenden Cynthien ist bereits vor längerer Zeit von van Beneden[1]) beobachtet worden. Es ist das die Asc. ampulloides v. Beneden, deren Entwicklung er beschrieben hat Schon das entwickelte Thier steht mitten inne, die derbe lederartige Tunica schliesst es an die Cynthien an. Die Form und Lagerung des Darmes, die Vertheilung der Genitalien in zwei annähernd symmetrischen Portionen nähert es der andern Gruppe. Und ebenso verhält es sich mit der Entwicklung. Die ersten Stadien (l. c. pl. II, Fig. 17—21) zeigen die grösste Aehnlichkeit mit dem Embryo von Cynthia rustica, es entwickelt sich eine Chorda (Fig. 19, 22) und ein Pigmentfleck tritt auf, der bei Molgula macrosiphonica fehlt. Die letzten Stadien zeigen durchaus die Formen der jungen Molgula, die charakteristischen Epidermiszotten sind da, sie verschwinden zuletzt, ganz so, wie ich es beobachtet habe, aber der Haufen von Reservekugeln wird weder dargestellt noch erwähnt, derselbe fehlt, was damit harmonirt, dass gleich anfänglich ein Schwanz mit Chorda gebildet wurde. Die zwischen den Anfangs- und Endstadien stehenden Formen des Embryo sind mir fremd. Die Larve wird da abgebildet (pl. III, Fig. 1—6) mit vier bis fünf Fortsätzen an den Seiten des Körpers, einem längeren am Vorderende und dem in Verkümmerung begriffenen Schwanze.

Mit der Ausdehnung der Untersuchungen auf neue Glieder der interessanten Ordnung wird die Serie sich ohne Zweifel vervollständigen, vielleicht noch über die bisher beobachteten Endglieder hinaus verfolgen lassen.

---

1) Recherches sur l'Embryogemie l'Anat. et la Physiol. des Asc. simples. Bruxelles 1846.

II. Das Nervensystem der Larve von Asc. mentula *Zool. dan.*

Der Wunsch, ein günstigeres Object für die Beobachtung der Ascidienentwickelung zu erlangen, führte mich im vorigen Herbste nach Arendal in Süd-Norwegen. Gleich die ersten Züge des Grundnetzes wiesen eine an Individuen und Arten reiche Fauna nach. Es fanden sich in Mengen: Asc. mentula, parallelogramma, virginea, complanata *Fabr.*, Molgula simplex *Ald. Hanc.*, glacialis *M. Sars.* Geradezu massenhaft waren Synascidien vorhanden: mehrere Arten von Botryllus und Botrylloïdes, Amauroucium, Didemnum; auch Clavelina lepadiformis konnte jederzeit erlangt werden.

Bedenklich war es bei dieser Fülle von Thieren, dass der im Uebrigen reichhaltige Auftrieb keine Ascidienlarven enthielt, und ich musste denn die Erfahrung machen, dass ich für meinen Zweck einen zu späten Termin gewählt hatte, indem ich am 15. August dort eintraf, es legten nur noch wenige Exemplare und vom 20. August ab keine einfache Ascidie mehr, die Botryllen hielten länger vor, hörten aber auch bald mit dem Legegeschäfte auf. Ich griff nun zu künstlicher Befruchtung, aber gleichfalls mit negativem Erfolge, die Saison war eben vorüber! Da ich mich dieses Missgeschickes nicht versah, ging ich mit den ersten Portionen von Eiern, die ich erhielt, nicht besonders systematisch zu Werke und gelangte nicht dazu, die im Grunde allerdings nicht sehr wesentlichen Differenzen, die zwischen Kowalevsky's und meinen Angaben über die fundamentalen Vorgänge bestehen, befriedigend zu erledigen, was ich um der lebhaft gewünschten Uebereinstimmung willen sehr bedaure. Soviel zeigte gleich der erste Blick, dass A. mentula ein unvergleichlich viel schöneres und durchsichtigeres Object abgibt, als die von mir benutzte hiesige Art, A. canina.

Ich will aus meinen lückenhaften Beobachtungen hier nur einen Abschnitt herausgreifen, der unabhängig von den Einzelheiten im Gange der Entwicklung erledigt werden konnte und manches Neue von Interesse bietet, die Histiologie des Nervensystems der völlig entwickelten Larve von Asc. mentula.

Die Verhältnisse sind hier viel weiter ausgebildet, als die bisherigen Darstellungen annehmen liessen, und die histiologische Differenzirung ist eine bedeutende.

Nachdem ich an der Larve von A. canina das durch den hin-

tern Theil des Rumpfes und den Schwanz sich erstreckende Rückenmark und den in die Hirnblase mündenden Centralkanal nachgewiesen hatte, trat Kowalevsky[1]) diesen Angaben bei und lehrte, dass in der Entwiklung das Centralnervensystem der Länge nach stets gleichen Schritt mit der Chorda hält. Seine Abbildungen[2]) des ausgebildeten Organs sind aber doch wohl schematisch gehalten, denn diese Zusammensetzung aus polyëdrisch aneinander schliessenden gleichartigen Zellen entspricht den Verhältnissen bei meinem Objecte nicht, der Bau ist vielmehr nach den Regionen ein abweichender.

Es gliedert sich das Centralnervensystem der ausgeschlüpften Larven von A. mentula und canina in zwei Abschnitte, den Hirntheil und Rückenmarktheil. Der erstere liegt vor der Chorda und ist kolbig verdickt, der letztere über der Chorda. Das Vorderende derselben fügt sich in die Einschnürung, die die beiden Abschnitte von einander trennt (cf. Fig. 9).

Am Hirntheil sind wieder zwei Abtheilungen zu unterscheiden, die Hirnblase mit den beiden Sinnesorganen und der sich hinten daran schliessende solide Hirnganglientheil, der von dem Centralkanal durchsetzt wird. Das Rückenmark zerfällt gleichfalls in zwei Portionen: den im Rumpf gelegenen dickeren, spindelförmigen Theil, Rumpftheil (Rumpfganglion Kowalevsky), und den cylindrischen Caudaltheil.

Die Hirnblase erscheint von der rechten Seite her ungefähr quadratisch, Fig. 9, von der entgegengesetzten mehr abgerundet, Fig. 10. Die untere (ventrale) Wand trägt eine nach innen vorspringende Leiste, die Crista acustica, auf der der Otolith schwebt. Die vordere Wand ist die dünnste und legt sich sehr eng an die anliegende des Kiemensackes und die trichterförmige Anlage der Mundöffnung an. Die obere Wand verdickt sich von vorn nach hinten und enthält im hintern obern Winkel das Sehorgan.

Hinten schliesst sich an die Blase die Hirnganglienmasse an.

Die Einzelheiten im Baue der Wände dieser Blase anlangend, so erscheint die zur Crista acustica sich erhebende untere Wand (Fig. 10, b) aus aufrecht gestellten feinen Cylinderzellen zusammengesetzt, die gegen den Scheitel der Leiste stetig an Höhe zunehmen

1) Dieses Archiv, Bd. 7, pag. 101.

2) L. c. Tab. XIII, Fig. 37, 38.

und kleine Kerne zeigen, die sich wie längliche Punkte ausnehmen. Geht man vom Scheitel gegen die Enden der Leiste, so erreichen die Elemente eine Kleinheit, dass die Kerne nur eben die Grenze der Wahrnehmbarkeit bei reichlich tausendfacher Vergrösserung überschreiten. Gegen die Höhle hin tragen die Zellenenden eine Cuticula, die an doppelten Conturen kenntlich ist; die unteren (äusseren) Enden ruhen höchst wahrscheinlich auch auf einer sehr dünnen Basalmembran, mit Bestimmtheit nachweisbar ist dieselbe aber nicht.

Innerhalb der Crista findet sich eine ihrer grössten Erhöhung entsprechend gelagerte Blase von ebenso wasserklarem Inhalte, wie der in der Gehirnblase (Fig. 10, d). Sie reicht von der inneren Cuticula bis zu dem äusseren die Wand begrenzenden Contur, verdrängt also aus der Mitte der Crista die Zellen vollständig, wie es die Fig. 2 zeigt, die nach einem Exemplar entworfen ist, das sich durch die Grösse dieser sonderbaren Bildung auszeichnete. Eine selbstständige Wand dieser Blase konnte ich nicht überzeugend erblicken.

Ueber dem Centrum derselben schwebt der grosse eiförmige Otolith derart, dass der Scheitel seines spitzeren Pols die Cuticula, die über die Blase hinweggeht, soeben tangirt. Wenn über die Natur dieses Organs noch ein Zweifel sein könnte, wird der dadurch gehoben, dass f e i n e H ä r c h e n i h n s t ü t z e n. Da man diese Region weder von der dorsalen noch von der ventralen Seite des Larvenkörpers her untersuchen kann, sondern nur die Seitenlage eine genügende Annäherung des Objectivs gestattet, lässt sich nicht unterscheiden, ob die Härchen einen kompleten Kreis bilden; von beiden Seiten her lassen sich einige in der Peripherie auf einander folgende wahrnehmen. Sie entsprechen in ihrer Lage den am Umfange der eingeschlossenen Blase gelegenen längsten Zellen der Crista, haben eine stärkere Basis, laufen in eine feine Spitze aus, sind gleichmässig gegen die Axe des Otolithen geneigt und berühren denselben in einem Parallelkreise, der nur etwa um $^1/_5$ der Axenlänge vom spitzen Pole absteht (Fig. 10, c).

Ueber den Otolithen selbst habe ich zu dem, was ich darüber bei der Beschreibung der Larve von A. canina gesagt, nichts hinzuzufügen. Einen Stiel, durch den das Gebilde der Crista angeheftet wäre, wie K o w a l e v s k y ihn noch neuerdings beschreibt und zeichnet, habe ich bei diesen beiden Arten nach vollendeter Ent-

wicklung durchaus nicht getroffen. Es würde eine stielartige Verbindung mit der Crista ein unentwickelteres Verhältniss darstellen, denn da zweifellos sich der Otolith aus der Wand hervorbildet, so steckt er in unentwickeltern Stadien noch zum Theil darin. Hier, bei meinem Objecte, war er schliesslich ganz frei; aber die Persistenz einer Verbindung ist ja als niedere Entwicklungsstufe des Organs durchaus zulässig, wie andererseits das Auftreten der Blase in der Crista, die bei A. canina fehlt, als weiter vorgeschrittene Differenzirung anzusehen ist. — Diese Blase ist etwas Neues in der Morphologie der Gehörorgane, ich habe nichts Entsprechendes in der bezüglichen Literatur auffinden können. Vielleicht darf man dieselbe als erste Spur der Entwicklung eines selbstständigen Labyrinthbläschens ansehen. Der Otolith entwickelt sich nämlich nicht an der Stelle seiner schliesslichen Lagerung, wie Kowalevsky ganz richtig angibt, sondern zunächst in der Nähe der oberen Wand der Gehirnblase, also hart unter der Epidermis, und die ganze Anlage verschiebt sich nachträglich mit der Erweiterung der Hirnblase nach unten. Es wäre die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass früh, so lange die Otolithenanlage sich noch dorsal unter der Epidermis befindet, diese sich an der Bildung der Blase betheiligt.

Geht man von der unteren Wand der Gehirnblase auf die vordere über, so verlieren sich bald mit dem Abflachen der Zellen die seitlichen Begrenzungslinien derselben und es erscheint dieser Theil selbst bei tausendfacher Vergrösserung als homogene Lamelle. Vergeblich habe ich nach der Communication gesucht, die Kowalevsky bei reifen Larven am oberen Theile der Vorderwand zwischen Hirnblase einerseits, Kiemenhöhle und Mundtrichter andererseits beschreibt und abbildet[1]). Er deutet diese Communication als in Zusammenhang mit der Bildung der „Flimmerscheibe, von welcher aus die flimmernde Bauchrinne beginnt". — Diese „Flimmerscheibe" oder Flimmergrube findet sich bei allen Ascidien, die ich kenne, in ganz ähnlicher Ausbildung, wie sie bei den Salpen angetroffen wird; von derselben, die stets in der dorsalen Mittellinie der Kieme liegt, gehen die Flimmerbogen aus, die die Mundöffnung der Kieme umgreifen, um sich ventral am Vorderende der flimmernden Bauchrinne wieder zu vereinen. Man darf daher

1) L. c. Tab. XII, XIII, Fig. 32, 34, 37.

wohl nicht sagen, dass die Bauchrinne aus derselben beginnt, da die Kiemenöffnung zwischen beiden liegt. Kowalevsky hat aber ohne Zweifel dasselbe Organ gemeint, da die Communication, von der er spricht; sich an der dorsalen Wand des Kiemensackes findet. Es ist auch mir höchst wahrscheinlich, dass an der Bildung der Flimmergrube das Centralnervensystem participirt, ob aber durch solche Eröffnung der Hirnblase in die Kiemenhöhle, wie er sie beschreibt, muss ich dahin gestellt sein lassen; jedenfalls war an der frei schwimmenden Larve von A. mentula keine Spur einer Oeffnung vorhanden, die Hirnblase war völlig geschlossen. Wenn Kowalevsky erwähnt[1]), ich hätte schon diese Mündung gesehen, aber ihre Entstehung nicht verfolgt, so hat er mich missverstanden. An der citirten Stelle habe ich von der Bauchrinne und der Mundöffnung gesprochen und deren Entstehung genau so beschrieben, wie er sie nachträglich schildert; von einer andern Oeffnung ist dort nicht die Rede.

Die obere Wand der Hirnblase wird von vorn nach hinten stärker, indem die Zellen rasch an Höhe zunehmen. Sie sind anders beschaffen, als die Cylinder der Crista acustica, ihre Conturen sind undeutlich, Kerne nicht zu erblicken und die Substanz ist fein granulirt. Den Winkel, in der obere und hintere Wand zusammenstossen, nimmt das zweite Sinnesorgan ein.

Dasselbe besteht aus dem geschichteten lichtbrechenden Apparat, einem Pigmentkörper dahinter und einem Halbkranz prismatischer heller Zellen zu äusserst, die sich radiär um den Pigmentkörper lagern und mit ihren inneren Enden in denselben hineinragen. Die Axe des gesammten Apparates ist zur Axe des Nervensystems schräg gelagert und träfe, verlängert, die rechte Seitenwand der Hirnblase unter spitzem Winkel.

Den lichtbrechenden Apparat habe ich zuerst bei A. canina beschrieben, wo derselbe eine ganz ähnliche Zusammensetzung hat, wie bei der hier in Rede stehenden Art. Kowalevsky hat dann diese Linse bei A. intestinalis ebenfalls gefunden.

Unter starken Vergrösserungen untersucht (600—1000), zeigt dieser Apparat bei A. mentula folgende Verhältnisse: er besteht aus drei Theilen, einem konvex-konkaven Meniskus zu äusserst (Fig. 10, m), einer annähernd halbkugeligen Linse, l, in zweiter Reihe,

2) L. c. pag. 118.

die in die Konkavität des Meniskus hineinpasst, und einem kleinen kugeligen Kern im Centrum der letzteren. Der Kern ist wegen der Richtung des Apparates nach rechts nur von dieser Seite her zu sehen (Fig. 9). Die Linse und der Kern sind zum Theil von Pigment verdeckt, und es lässt sich über die Gesammtform derselben nicht entscheiden, da es mir nicht gelang, das Pigment durch Salpetersäure zu lösen.

Der Meniskus hat keinen scharfen, sondern einen abgerundeten Rand, der ringsum die Linse merklich überragt. An diesem Rande schlägt sich die innere Cuticula der Hirnblase auf die konvex. Fläche des Meniskus über (Fig. 9, f), so dass zwischen beiden Theilen ein Verhältniss wie zwischen der Zonula Zinnii und der Linse des Wirbelthierauges besteht, der Meniskus wird durch diese Zonula fixirt. Durch dieses Verhalten der Cuticula entsteht zugleich ein den Rand des Meniskus umfassender Ringkanal (Fig. 10, n), ein Canalis Petiti, zwischen dem Rande und der Wandfläche innerhalb der abgehobenen Cuticula.

Der Pigmentkörper steckt mit dem Haupttheil innerhalb des soliden Hirns und umgreift die Linse mit scharfem, ebenem Rande.

Diese Hirnmasse erscheint nicht gleich von beiden Seiten her betrachtet. Auf der rechten Seite zerfällt sie in drei deutlich unterschiedene Portionen.

Die zumeist dorsal gelegene Abtheilung gehört zweifellos zu dem Sehorgan. Sie besteht aus den blassen prismatischen oder vielmehr pyramidalen Zellen, die Kowalevsky bereits in seiner ersten Abhandlung von A. intestinalis und mammillaris beschrieben hat, und die radiär zum Pigmentkörper gestellt, mit ihren inneren Enden in denselben hineinragen (Fig. 9, e). Bei A. canina sind sie nicht zu sehen, sie stecken da ohne Zweifel im Inneren, wie sie auch hier bei A. mentula von links her verdeckt sind. Wie der Pigmentkörper selbst keine regelmässig gewölbte Fläche ihnen zukehrt, erscheint auch dieser Halbkranz umgebender Zellen nicht gleichmässig. Die vordersten, direct gegen die Rückenfläche des Körpers gerichteten, sind kürzer und stossen mit ihren Basen unmittelbar an den oberen Grenzkontur des Hirns, nach hinten zu werden sie successive länger, an der ventralen Seite des Pigmentkörpers finden sich keine (cf. Fig. 9). An die nach hinten gerichteten längsten schliessen sich Fibrillen an, die longitudinal gegen das Rückenmark verlaufen.

Diese Zellen sind schwach lichtbrechend und völlig pellucide,

ein deutlicher, stärker brechender Kern ist in jeder vorhanden. In mehreren derselben habe ich sehr bestimmt bei 600facher Vergrösserung eine feine Axenlinie bemerkt, die von der Basis bis zum Pigment zu verfolgen war, wie es Fig. 1 an den äussersten Zellen beiderseits wiedergibt. Das Bild war so bestimmt und klar, dass ich es erwähnen muss, sehe aber natürlich dieses Object nicht als dasjenige an, bei dem sich die Controverse von den Axenfäden erledigen lässt.

Ist es nicht zu bezweifeln, dass der gesammte Apparat, von dem die Rede ist, also die lichtbrechenden Theile, der Pigmentkörper und diese Zellen zusammengehören und in der Combination ein Gesichtsorgan darstellen, so darf man diese Zellen wohl als Retina bezeichnen oder vielmehr als einen Theil der Retina. Natürlich ist nicht daran zu denken, dass es die sogenannten „lichtpercipirenden" Elemente, d. h. diejenigen sind, in denen die Lichtwellen sich in Nervenerregung umsetzen, weil sie dem von allen Seiten sie treffenden Lichte direct ausgesetzt sind, — diese Elemente würde man vielmehr nach Analogie der bisher bekannten Augen innerhalb des Pigments zu suchen haben —, sondern ich meine, man kann diese Zellen der Zellenschicht im Auge der Cephalopoden und Gastropoden vergleichen, die die lichtpercipirenden Stäbchen trägt. Epithelzellen sind es hier wie dort, die radiäre Stellung zur Aussenfläche des Pigments ist ebenfalls übereinstimmend. Gesetzt nun, es fänden sich innerhalb des Pigments stäbchenartige Gebilde auf den Innenenden der Zellen, so wäre die Uebereinstimmung mit dem Auge der erwähnten Mollusken eine befriedigende, so hätte man hier ein Molluskenauge als unmittelbaren Hirntheil, aus dem Innenepithel der Hirnblase entwickelt, und an diesen Geschöpfen, die die Kluft von Evertebraten zu Vertebraten überbrücken, nähme auch das Auge eine vermittelnde Stellung ein. Die blosse Anwesenheit des Pigments in der Mächtigkeit, wie die Abbildungen es zeigen, nöthigt übrigens dazu, darin Elemente anzunehmen, die vor der allseitigen Beleuchtung bewahrt, der Einwirkung des durch den dioptrischen Apparat geordneten Lichtes vorbehalten sind, also jedenfalls Analoga der Stäbchen des Molluskenauges, Analoga der Aussenglieder an den Zapfen und Stäbchen des Wirbelthierauges. — Es sei daher denjenigen, die die Entwickelung der Ascidien demnächst zu studiren Gelegenheit haben, das Auge bestens empfohlen.

Ausser diesen Retinazellen zeigt das Hirn auf der rechten Seite

noch zwei deutlich unterschiedene Abtheilungen, die als mittleres und unteres Hirnganglion bezeichnet werden mögen. Das mittlere prominirt etwas stärker als das untere. Ersteres besteht rundweg aus rundlichen, dicht an einander gelagerten Zellen mit deutlichem Kern und punktförmigem, aber scharf hervortretendem Kernkörperchen (Fig. 1, f). Die zweite Abtheilung enthält die bestimmt umgrenzten Zellen nicht, sondern besteht aus einer fein punktirt erscheinenden Grundsubstanz und darin regelmässig vertheilten Kernen, die ziemlich die Grösse der Zellenkerne der ersten Abtheilung haben, aber das Licht stärker brechen als jene, so dass sie unter allen Elementen dieser Hirnganglien zunächst bei der Betrachtung hervortreten (Fig. 1, g). — Bei der Ansicht von links erscheint das Hirn anders. Die auf der rechten Seite von den Retinazellen eingenommene Region zeigt links einen undeutlich fibrillären Bau mit vorherrschend radiärem Verlauf der Fibrillen. Durch eine Kerbe an der obern Seite wird diese Region hinterwärts abgegrenzt. Das mittlere Hirnganglion dringt nicht durch die ganze Dicke bis zur linken Oberfläche vor, es ist linkerseits nichts davon zu sehen. Den grössten Theil der linken Seite nimmt die Substanz des unteren Hirnganglions ein (Fig. 1 u. 2, g), aus der nach hinten feine Fibrillen ausgehen, die gestreckt gegen das Rückenmark verlaufen. Aus allen drei rechterseits beschriebenen Hirnabtheilungen entspringen ebenfalls feine longitudinal verlaufende Fibrillen.

Der spindelförmig gestaltete Rumpftheil des Rückenmarkes ist durch eine Einschnürung deutlich vom Hirn abgesetzt und seine Axe ist gegen die Axe des Hirns etwas geknickt. Die vordere Grenze desselben liegt über dem Vorderende der Chorda, die hintere fällt mit dem Anfang des Schwanzes zusammen. — Die Oberfläche ist durchweg von einer Schicht von Längsfibrillen bekleidet, durch welche hindurch man deutlich Zellen im Innern erblickt. Beim Uebergange zum Schwanztheil wird die äussere Faserlage dünner, die Zellen werden deutlicher und weiterhin am Caudalmark mögen noch Fibrillen äusserlich vorhanden sein, sind aber nicht zu erblicken; die Bestandtheile sind rundlich viereckige Zellen vom Charakter der im mittleren Hirnganglion, mit Kern und scharf hervorstechenden Kernkörperchen.

Das Interessanteste nun, was ich hier mitzutheilen habe, ist das Vorhandensein von Spinalnerven, die in regelmässigen Abständen von einander vom Rückenmark entspringen und jedenfalls an

die Muskeln treten, ob auch an die Epidermis, liess sich nicht constatiren. Mit aller nur wünschenswerthen Schärfe habe ich drei Paare gesehen, das erste Paar an der Grenze von Rumpf- und Schwanztheil des Markes, die folgenden ungefähr in Abständen von der Länge einer Muskelzelle dahinter (Fig. 1, s). Meinem Begleiter, Dr. Paul Langerhans, konnte ich die Nerven überzeugend demonstriren. Es sind nicht rundliche Stränge, sondern flache Fibrillenbündel, mit den charakteristischen feinen Pünktchen besetzt. Die Fibrillen sind gedrängter am Marke und gehen weiterhin fächerförmig auseinander. Es treten mehrere Fibrillen zu je einer Muskelzelle. An der Stelle, wo sie die Muskelzelle treffen, sieht man auf der Oberfläche der letzteren deutlich mehrere kleine Kreise. Das Bild kann nicht durch den optischen Querschnitt von Fibrillen bedingt sein, denn die Dimensionen entsprechen sich nicht, eben so wenig von Fibrillenbündeln, denn solche sind nicht vorhanden. Es liegt vielmehr nahe, die Kreise als Kerne eines Nervenendorgans zu deuten (Fig. 1, n). Ich bemerke dabei, dass die Muskelzellen an dieser Larve und der von A. canina nicht als eigentlich quergestreifte zu bezeichnen sind. Eine zarte quere Strichelung sieht man allerdings, aber nicht entfernt die deutlichen Querstreifen, wie an den Muskeln von Appendicularia. Mit dem Kern der Muskelzelle haben die Fibrillen nichts zu thun.

So scharf und bestimmt, als ich die Spinalnervenfibrillen in Fig. 1 gezeichnet habe, sieht man sie nur ein paar Sekunden lang, im Moment des Todes. Es zeigt sich nämlich constant eine Erscheinung, auf die ich besonders hinweise, dass im Augenblick des Todes, gleich nach der letzten Zuckung des Schwanzes des sterbenden Thieres, die Fibrillen plötzlich deutlicher werden; ist es nun Gerinnung oder sonst ein Vorgang, jedenfalls hebt sich das blasse Fäserchen dunkler von der Unterlage und Umgebung ab. Da dem Tode stets krampfhafte Zuckungen vorausgehen, so kann man den signalisirten Moment nicht versäumen, wenn man die letzte Zuckung abwartet und dabei den Nerv fest im Auge behält. Die helle klare Chorda als Unterlage der Nerven bei der Seitenansicht erleichtert die Auffindung derselben und die Wahrnehmung jener Todeserscheinung. Auch die Fibrillen der äusseren Längsfaserschicht des Markes treten in demselben Momente bestimmter hervor.

Bei der Metamorphose dieser Larve geht, wie ich nach allerdings nicht ganz abgeschlossenen Untersuchungen glaube aus-

sprechen zu dürfen, mit der Hirnblase auch der Theil hinter derselben, den ich als Hirnganglion bezeichnet habe, zu Grunde, selbstverständlich auch der ganze Caudalstrang, so dass der Centralnervenknoten der Asc. mentula allein dem Rumpftheil des Markes an der Larve correspondiren würde.

Das sind die Resultate meiner Untersuchung des Centralnervensystems einer für die Beobachtung recht günstigen Ascidienlarve. Es sind durchweg Ergänzungen des bisher Bekannten, aber zugleich Ergänzungen der Gesichtspunkte, auf die die Parallele mit den Wirbelthieren sich stützt. Das Rückenmark mit seiner äusseren Faserschicht, seinem inneren Zellenlager, den in gleichen Abständen entspringenden Spinalnerven gestattet die Vergleichung bis in's Einzelne.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVII.

Alle Figuren beziehen sich auf die Entwickelung von Molgula macrosiphonica. Es bedeuten allgemein:

α. Follikelzellen;
β. Eihaut;
γ. Tunicazellen;
a. Epidermis;
b. Kiemensack;
c. Reservekugeln;
d. Zottenförmige Anhänge des Embryo (Epidermiszotten);
e. Darm;
f. Bauchfurche und Endostyl;
g. Kiemensipho;
h. Blutkörperchen haltende Blasen;
k. Kloakensipho;
l. Freie Zellen in der Leibeshöhle;
m. Muskeln;
n. Centralnervensystem.

Fig. 1. Reifes gelegtes Ei kurz vor Beginn der Furchung, nach Anwendung von leichtem Druck, wodurch die Tunicazellen γ in der Gallertschicht deutlicher sichtbar werden.

Fig. 2. Die Epidermis ist ausgebildet, im Innern der Kiemendarmsack von dem Haufen der Reservekugeln deutlich geschieden, eine Epidermiszotte d bildet sich.

Fig. 3. n vermuthliche Anlage des Centralnervensystems.

Fig. 4. Ei, aus einem Klumpen zusammenhängender Eier isolirt. An einer

Stelle sitzt der Eihaut ein Kuchen von Zellen an, ε, der diesen zusammenhängenden Eiern eigenthümlich ist. Vier Zotten, d, liegen ziemlich genau in einer Ebene.

Die Figuren 5—8, a zeigen den Embryo von der rechten Seite.

Fig. 5. Kiemensack und Darm, e, beginnen sich zu scheiden, es sind fünf Zotten sichtbar, unter denen eine lange, die die Tunika und Eihaut vor sich her schiebt; das Nervensystem, n, wird deutlich wahrnehmbar.

Fig. 6. h. Blutkörperchenhaltige Blasen.
z. Leere, von der Eihaut gebildete Hülse, aus der eine eben so lange Zotte sich zurückgezogen hat.

Fig. 7. Die Muskeln m des Kiemensipho sind gebildet, die Niere, r, tritt auf.

Fig. 8, a. Ein Embryo kurz vor dem Abstreifen der Eihaut und dem Beginn der Wasseraufnahme.
o. Herz.
p. Perikardium.
r. Nierenblase, rechts dem Herzen vorliegend.
n. Das Centralnervensystem, an beiden Enden in peripherische Nerven, v, ausgehend.
s. Drei Kiemensackspalten auf verchiedenen Graden der Ausbildung.
z. Wie in Fig. 6.
t. Tentakeln.
fl. Flimmerbogen.

Fig. 8, b. Ein Embryo von ungefähr derselben Entwickelungsstufe wie der vorige. Von der linken Seite gezeichnet um das zwischen den Windungen des Darmes sich entwickelnde netzförmige Organ, w, zu zeigen.
u. Der Magen.

Fig. 9. Larve von A. mentula. Die Tunica ist weggelassen. Ansicht von rechts. Schröder. Immers. 3 Mm. Aeq. Oc. 2. Vergr. ca. 600.
a. Hirnblase.
b. Rumpftheil } des Rückenmarkes.
c. Caudaltheil } des Rückenmarkes.
d. Crista acustica mit den Gehörhaaren auf der Oberfläche, die den Otolithen stützen, und einer Blase im Innern.
e. Retinazellen.
f. Mittleres Hirnganglion.
g. Unteres Hirnganglion.
h. Centralkanal.
i. Chorda.
m. Muskelzellen.
s.s. Spinalnerven.

n. Kleine Kerne an der Eintrittsstelle der Nervenfibrillen in die Muskelzellen.
o. Anlage des Mundes.
k. Kiemensack.
l. Darm.
t. t. Zellen des mittleren Blattes.

Fig. 10. Hirnblase derselben Larve, von links gesehen. Schröder. Immers. 3 Mm, Aeq. Oc. 4. Vergr. 1100—1200.
a. Hirnblase.
b. Cylinderzellen der Crista acustica.
c. Hörhaare.
d. Blase in der Crista.
e. Otolith.
f. Innere Cuticula der Hirnblase, sich auf die Oberfläche des Meniskus, m, überschlagend.
n. Canal um den Rand des Meniskus.
l. Linse.
h. Centralkanal, dessen Mündung in die Hirnblase durch das dahinter liegende Pigment verdeckt ist.

Untersuchungen über die Eier der Reptilien.

II.

Zugleich Beobachtungen am Fisch- und Vogelei.

Von

Dr. **Th. Eimer**.

Privatdocent zu Würzburg.

Hierzu Taf. XVIII.

Die Frage, welche Deutung den meroblastischen Eiern gegenüber den holoblastischen zukomme, ist durch die neuesten Arbeiten einer Lösung keineswegs näher gerückt, vielmehr haben dieselben die seit lange bestehenden Gegensätze nur verschärft.

Diese Gegensätze gipfeln bekanntlich in zwei principiell verschiedenen Ansichten, nach deren einer die Eier mit partieller Dotterfurchung, als deren Repräsentant gewöhnlich das Vogelei behandelt worden ist, zur Zeit ihrer vollen Ausbildung nicht mehr Zellen sind, wie die Eier der Säugethiere, sondern zusammengesetzte Gebilde, weil Elemente des Follikelepithels in sie übergetreten seien (K. E. v. Baer[1]), H. Meckel[2]), Allen Thomson[3]), Ecker[4]), His[5]), Stricker)[6]), während dieselben nach der anderen als Zellen

1) K. E. v. Baer, Entwickelungsgesch.

2) H. Meckel, Z. f. w. Zool. Bd. 3. 1852.

3) Allen Thomson, Art. „Ovum" in Todd's Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. V. (Supplementary Volum) 1859.

4) Ecker, Icones physiologicae.

5) His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes, I, die Entwickelung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.

6) Stricker, Beiträge zur Kenntniss des Hühnereies, Sitzgsber. der Wien. Akad. 54. Bd. 1866.

betrachtet werden müssen. Die Vertreter letzterer Anschauung trennen sich aber insofern, als die Einen unter ihnen im meroblastischen Ei, obschon sie dasselbe als Zelle ansehen, wiederum Zellen eingeschlossen annehmen, entweder Dotterzellen oder Binnenepithel oder beides (Schwann[1]), R. Wagner[2]), Leuckart[3]), Coste[4]), Samter[5]), Klebs[6]), und für das Schildkrötenei J. Clark)[7]), während die Anderen dasselbe als einfache Zelle betrachten (Hoyer[8]), Gegenbaur[9]), Kölliker[10]), Fr. Cramer[11]), Nathusius[12]), E. van Beneden)[13]).

Klebs trifft das Binnenepithel auch in holoblastischen Eiern, und Waldeyer[14]) sucht eine Uebereinstimmung zwischen diesen und den meroblastischen dadurch zu gewinnen, dass er auch das reife Säugethierei für ein zusammengesetztes Gebilde erklärt, indem er den sogenannten äusseren Dotter (Pflüger[15]) desselben als Abscheidungsproduct der Granulosa auffassen möchte.

In der ganzen Frage spielt die Dotterhaut eine grosse Rolle weil diejenigen, welche die Eier mit partieller Dotterfurchung als Zellen betrachten, das frühe Auftreten der Dotterhaut an denselben als Beweis dafür in's Feld führen, dass ein Wachsen dieser Eier

1) Schwann, mikrosk. Unters.

2) R. Wagner, Lehrb. der Physiol.

3) Leuckart, Art. Zeugung in Wagner's Handwörterb. d. Physiol. 1853.

4) Coste, Hist. gén. et part. du développement des corps organisés Paris 1847—49.

5) J. Samter, Nonulla de evol. ovi avium etc. Dissert. inaug. Halis Sax. 1853. Vergl. darüber die gleich zu citirende Arbeit von Gegenbaur S. 495.

6) Klebs, Virch. Arch. 1861 u. 1863.

7) Embryology of the turtle, in Agassiz' Contributions to the Natural hist. of the United States of North Amerika. Boston 1857. Vol. II. vergl. J. Clark „a claim for scientific property" 1863. (Man corrigire hiernach das Citat auf Seite 220 und dasjenige auf Seite 233.)

8) Hoyer, Müll. A. 1857.

9) Gegenbaur, Müll. A. 1861.

10) Kölliker nimmt in seiner Entwickelungsgeschichte 1861 das Binnenepithel an, später nicht mehr. Vgl. S. 133 der Arbeit Cramer's.

11) Fr. Cramer, Würzb. Verh., Neue Folge I. Bd. 1869.

12) Nathusius, Z. f. w. Zool. Bd. XVIII. 1868.

13) E. van Beneden, Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf 1870.

14) Waldeyer Eierstock u. Ei, 1870, S. 47 u. 48.

15) Pflüger, Ueber d. Eierstöcke d. Säugethiere u. d. Menschen. Leipz. 1863.

durch Apposition von Aussen nicht angenommen werden könne. Um so ungereimter muss daher die Thatsache erscheinen, dass der Begriff Dotterhaut nichts weniger als auf fester Grundlage ruht, ein Uebelstand, welchen E. van Beneden kürzlich mit Recht hervorgehoben hat. Ein Blick auf die Literatur wird leicht ergeben, dass man bis jetzt die heterogensten Dinge Dotterhaut genannt hat, wenn sie nur irgendwie die Rolle einer Eihülle spielten, während — ich stimme in dieser Auffassung mit E. van Beneden[1]) gänzlich überein — „eine Membran, welche man Dotterhaut nennen will, doch histogenetisch eine bestimmte Bedeutung haben sollte."

Man hat bald Eihüllen mit dem Namen »Dotterhaut« bezeichnet, welche vermöge ihrer Entstehung die wahre Zellmembran des Eies sind, bald solche, welche vom Follikelepithel gebildet werden, bald endlich hat man eine Bildung so genannt, welche meiner Ansicht nach in keine von beiden Kategorien gehört, nämlich die Zona pellucida.

Um dieses Urtheil zu begründen, will ich die Aeusserungen einiger Autoren über die »Dotterhaut« hier folgen lassen.

Am Hühnerei ist nach His[2]) die Dotterhaut vom reifen Eierstocksfollikel zu erkennen als eine durchsichtige, etwas steife Membran, an deren Innenseite die Granulosazellen eingebettet sind. Ihr erstes Auftreten scheint in die letzten Tage vor dem Legen des Eies zu fallen, da man sie mit Sicherheit erst in den gelbwerdenden Follikeln nachweisen kann. Die Entstehung dieser Dotterhaut wird so gedacht, »dass, wie die weissen Dotterzellen allmälig durch die weiche Cuticula hindurch in den körnigen Hauptdotter und durch diesen in das Innere des Eies vordringen, so auch die letzten Granulosazellen denselben Weg antreten, und durch die Cuticula sich durchdrängen. Letztere gelangt alsdann an deren Aussenseite und in dichte Berührung mit der Supracapillaris. Hiernach erhärtet sie endlich in vollständiger Weise, nachdem bis dahin ihre Consistenz zwar zugenommen, aber doch immer noch eine geringe (eine zähschleimige?) geblieben war. Die Cuticula, aus welcher die Dotterhaut entstehen soll, ist eine 2—4 Mik. breite durchsichtige Lage (die Basalmembran einiger, die Dotterhaut anderer Autoren), die völlig identisch ist mit der Zonoidschicht[3])."

1) A. a. O. S. 228.

2) A. a. O. S. 33.

3) A. a. O. S. 28.

Nach Waldeyer bildet sich die Dotterhaut nicht aus der Zonoidschicht des Hauptdotters, hat mit dem letzteren überhaupt gar nichts zu thun, sondern ist eine innere Basalschicht des Follikelepithels, und zwar vorzugsweise derjenigen Zellen desselben, welche ihre breiten Enden nach innen wenden [1]); sie entsteht aus der am meisten peripherisch gelegenen Schicht der von Waldeyer sogenannten Zona radiata [2]). Diese Zona radiata verliere sich nach und nach bis auf ihre alleräusserste ganz dünne Schicht, und diese sei dann die Dotterhaut.

Coste und Meckel lassen Keimbläschen und weissen Dotter eine Zeit lang von einer dicken Membran umgeben sein, welche die eigentliche Dotterhaut sein soll. Nach aussen von diesen soll sich der gelbe Dotter durch Wucherung des Follikelepithels bilden, und ausserhalb des letzteren würde somit erst die fälsehlich sogenannte Dotterhaut liegen. Demnach soll der Discus proligerus sammt dem weissen Dotter des Hühnereies dem Säugethierei entsprechen, eine Anschauung, welche auf diejenige v. Baer's gegründet ist, und welcher auch Allen Thomson und Ecker huldigen. Andere, so Leuckart, Hoyer, Samter, Kölliker, konnten jedoch jene eigentliche Dotterhaut nicht finden, dagegen trafen sie schon an den jüngsten Eiern eine nach innen von der Granulosa liegende Dotterhaut [3]).

Purkinje [4]) und von Baer beschreiben als Dotterhaut eine ausserhalb der Granulosa liegende Gewebsschicht. Von Schwann sagt His, es sei durch denselben der histologische Begriff einer Zellenmembran mit demjenigen der Dotterhaut vermengt worden, nnd wohl kaum zum Vortheil einer raschen Verständigung. Es verlege Schwann die Dotterhaut nach aussen von der Granulosa, betrachte sie aber als Zellmembran.

E. van Beneden stimmt Gegenbaur in Beziehung auf die

---

1) A. a. O. S. 62 u. 63.

2) Diese Zona radiata ist offenbar identisch mit der Cuticula von His und Cramer. Ich führe die vorstehenden und die folgenden Beispiele absichtlich ausführlich an, um zu zeigen, wie sehr die Begriffe und die Bezeichnungen sich hier kreuzen.

3) Zur Berichtigung der Aeusserungen Stricker's auf S. 1 (Separatabdruck) seiner Schrift. Vgl. Kölliker Entwickelungsgesch. S. 27.

4) Purkinje, Symb. ad ovi avium hist. ante incubat. 1830.

Bildung der Dotterhaut bei, welcher dieselbe aus der Randschicht[1]) hervorgehen lässt, und er schreibt dem Vogelei deshalb eine wahre Dotterhaut zu, weil dieselbe ihrer Entstehung nach als Zellmembran betrachtet werden müsse.

Es wird demnach bei den Vögeln als Dotterhaut bald eine Membran aufgeführt, welche ausserhalb des Granulosaepithels, bald eine solche, welche innerhalb desselben liegt, eine Membran deren Bildung, abgesehen von der verwirrenden Verschiedenheit der Unteransichten, bald eben der Granulosa, bald den peripherischen Schichten des Dotters zugeschrieben wird.

Was die Eihülle der Säugethiere angeht, so ist es hier Gebrauch geworden, die Zona pellucida kurzweg als Dotterhaut zu bezeichnen. Die Meisten leiten aber ihre Entstehung vom Follikelepithel ab. Von diesem, und nicht vom Ei soll sie abgeschieden sein. So äussern sich u. A. Reichert, Pflüger, Waldeyer und van Beneden. Letzterer nennt die Zona pellucida Chorion, weil er alle Eihüllen mit diesem Namen belegen möchte, welche ihren Ursprung von der Granulosa herleiten. Zahlreiche Forscher, wie Valentin, Krause, Barry, R. Wagner, H. Meyer, Reichert, Pflüger, haben aber die Existenz einer feinen Membran unterhalb der Zona pellucida behauptet, welche dann als die wirkliche Dotterhaut — als Zellmembran — aufzufassen wäre. Auch E. van Beneden erkennt eine solche besondere Membran um den Dotter des Säugethiereies an.

Was die Fische betrifft, so lassen v. Baer[2]), Ransom[3]) und Aubert[4]) (Hechtei) den Dotter von einer besonderen feinen Haut umgeben sein, während Waldeyer[5]) eine solche vermisst hat. Auch

---

1) Der Zonoidschicht von His, Molekularschicht von Waldeyer. Gegenbaur lässt übrigens die ganze ursprüngliche „Randschicht", zur Dotterhaut erhärten, nach van Beneden schwindet jene bis auf eine äusserste Schicht, welche zur Dotterhaut wird.

2) Unters. über die Entwickelungsgesch. d. Fische etc. Leipzig 1835.

3) Vgl. Allen Thomson a. a, O. S. 99 und Ransom: On the structure and growth of the ovarian ovum in Gasterosteus leiurus. Quarterly Journ. Micr. sc. July 1867. ref. in Henle's Jahresber. Diese und die anderen Arbeiten Ransom's über das Fischei sind mir im Augenblick nicht zugänglich gewesen. Ich werde aber bei Gelegenheit später zu veröffentlichter Beobachtungen über das Fischei darauf zurückkommen können.

4) Z. f. w. Zool. Bd. 5, 1854.

5) A. a. O. S. 81.

Reichert[1]) nimmt nach innen von der porösen Haut keine weitere Hülle an. Dennoch soll sich nach ihm die poröse Dotterhaut als Ablagerung aussen auf die ursprüngliche Dotterhaut bilden. Nach Kölliker[2]) ist dagegen die äusserste Lage der letzteren zuerst vorhanden, denn sie trage schon zur Zeit, da sie noch sehr dünn sei, die Zöttchen, welche auf der Hülle vieler Fischeier vorkommen. Erst später entstehe an der inneren Seite dieser dünnen Haut die poröse Membran. Es sei aber nicht leicht, sagt Kölliker, diese Vorgänge auf bestimmte, bekannte Erscheinungen des Zellenlebens zurückzuführen. „Es könnte jedoch die ganze Entstehung der so eigenthümlichen Dotterhaut der Fische ganz gut begriffen werden, wenn sich nachweisen liesse, dass an der Innenseite derselben noch eine Membran sich findet, die dann als die eigentliche ursprüngliche Zellmembran der Eier oder als der Primordialschlauch derselben anzusehen wäre. Vogt[3]) und Lereboullet[4]) nun statuiren in der That neben der porösen Eihaut noch eine besondere, zarte Dotterhaut, wogegen auf der anderen Seite Reichert und Leuckart eine solche nicht finden konnten.“ In den meisten Hüllen könne man, fährt Kölliker fort, keine Spur einer weiteren Hülle nach innen von der porösen Dotterhaut sehen, aber er habe in einigen Fällen beim Karpfen und bei Cobitis fossilis etwas gesehen, was ihm Vorsicht auferlege. An entleerten Eiern des Karpfen nämlich sehe man hie und da innen an der porösen Lage in Profilansichten noch eine blasse, zarte und nicht ganz regelmässige Linie, innerhalb welcher erst der bewegliche Dotter liege, und welche Linie leicht die primäre Dotterhaut bedeuten könnte. Bei Cobitis fossilis sei es ihm selbst einmal gelungen, eine solche Haut als dünne strukturlose Lage auf eine bedeutende Strecke zur Anschauung zu bringen und scheine es ihm daher, obschon er auf das Gemeldete nicht gerade zu grosses Gewicht legen wolle, doch vorläufig das Natürlichste, die ganze sogenannte Dotterhaut der Fische als eine Ausscheidung einer zarten, den Dotter zunächst umschliessenden Zellmembran anzusehen, um so mehr als dadurch die Poren der secundären Dotterhaut ganz in dieselbe Linie zu stehen kommen, wie die Poren in den Cuticular-

---

1) Müll. A. 1856, S. 92.
2) Würzb. Verh. 8. Bd. 1858, S. 80 ff.
3) Vogt, Embryol. des Salmones, 1842.
4) Lereboullet Ann. d. sc. nat. 1854.

bildungen, mit denen sie auch in der That in allen Beziehungen die grösste Uebereinstimmung haben.

Ueber das Reptilienei liegen bis jetzt nur Untersuchungen von J. Clark, Gegenbaur und Waldeyer vor. Die beiden letzteren übertragen auf dasselbe auch in Beziehung auf die „Dotterhaut" die am Vogelei gewonnenen Ergebnisse.

Nach den Mittheilungen, welche ich im vorigen Abschnitte über die Hüllen des Ringelnattereies gemacht habe, bestehen diese frühe aus zwei feinen Häutchen, von denen das innere aus der Rindenschicht entsteht, durch Abscheidung von Seiten derselben, oder durch Verdichtung ihrer äussersten Lage.

Dieses innere Häutchen entspricht also einer Zellmembran und ist daher ausschliesslich und allein als Dotterhaut zu bezeichnen, denn ich bin mit E. van Beneden einig darin, dass man mit diesem Namen nur diejenigen Eihüllen belegen sollte, welche histogenetisch einer Zellmembran gleichwerthig sind.

Das äussere der zwei Häutchen leitet seine Entstehung auf die Follikelepithelzellen zurück. Es ist entweder ein Abscheidungsproduct derjenigen Granulosazellen, welche ihre breite Grundfläche dem Ei zukehren, oder es bildet sich dadurch, dass diese Grundfläche erhärtet. Vermöge dieses Ursprungs ist es als ein Chorion zu betrachten.

Die Zona pellucida endlich ist nicht etwa ein Chorion, sie ist nicht als zusammengesetztes Gebilde in der Weise aufzufassen, dass sie ihren Ursprung zahlreichen Zellen, den Granulosazellen verdankte, sie ist vielmehr als von einer einzigen Zelle, dem Ei, abgeschiedene Cuticularbildung anzusehen.

Erst nachdem die Dotterhaut entstanden ist, lagert sich die Zona auf der äusseren Fläche derselben ab.

Diese zuerst durch das Studium des Ringelnattereies gewonnenen Anschauungen befestigten Untersuchungen, welche ich an den Eihüllen der grünen Eidechse, des Moloch horridus und an denjenigen verschiedener Schildkröten, also bei Repräsentanten aller drei Abtheilungen der Schleicher gemacht habe. Nur bei der Ringelnatter traf ich, wie früher bemerkt, das Chorion von der Zona durch

eine, allerdings nur mit sehr starken Vergrösserungen deutlich erkennbare, weil äusserst feine helle Linie, die ich für den Ausdruck eines leeren Raumes erklärt habe, getrennt. Dagegen sind bei dem oder jenem der genannten Thiere andere Einzelheiten mehr hervorgetreten, welche die Beurtheilung des Ganzen nach der einen oder der anderen Richtung hin erleichterten.

Was die Zona pellucida betrifft, so ist dieselbe schon von Anderen mit dem Basalsaum der Cylinderzellen des Darmkanals verglichen worden. Der Vergleich leidet nicht unter meiner Auffassung, welche die Zona als Abscheidungsproduct nicht der Follikelepithelzellen, sondern des Eies angesehen wissen möchte. Die Entstehung beider ist auch so eine homologe. Bei beiden ist ferner eine Querstreifung vorhanden, welche auf Poren zu beziehen ist. Aber es findet sich zwischen den zweien noch eine weitere Homologie in einer Streifung der Länge nach. Eine solche Längsstreifung haben am Basalsaum der Darmcylinder zuerst Erdmann[1]) und ich [2]) nachgewiesen und Flemming[3]) hat Andeutungen desselben Verhaltens an Cuticularsäumen von Zellen aus der Haut von Mollusken gesehen.

Ich habe diese Längsstreifung des Basalsaums der Darmcylinder als den Ausdruck einer Flächenschichtung, und diese als die Folge einer schichtweisen Abscheidung der Cuticula von Seiten der Zellen bezeichnet[4]). Man trifft ganz dieselbe Längsstreifung nun öfters an der Zona pellucida von Reptilieneiern. Von der glatten Natter (Coronella laevis) wurde ein solches Verhalten schon in Fig. 16 des vorigen Abschnittes abgebildet. Allein oft ist, anders wie in jener Abbildung, die ganze Breite der Zona durch dicht aufeinanderfolgende feinste Linien gezeichnet. Dass diese Linien wirklich die Grenzen von Schichten ausdrücken, sah ich sehr schön an den Eierstockseiern eines Moloch horridus, welchen ich der Güte des Herrn Dr. Brehm verdanke. Zugleich bestätigten diese Eier meine Angaben über die Entstehung der Zona.

---

1) „Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms". Diss. Dorpat 1867.

2) „Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption", Virch. Arch. Bd. XXXVIII.

3) Vgl. W. Flemming, „Unters. über Sinnesepithelien d. Mollusken". Dieses Arch. Bd. VI S. 447 und „die haartragenden Sinneszellen in d. Oberhaut d. Mollusken", ebdas. Bd. V Taf. 25 Fig. 16,

4) A. a. O.

Der fragliche Moloch hatte im Monat November todt und ohne Conservirungsflüssigkeit die Reise von Berlin nach Würzburg gemacht, kam aber doch noch so frisch in meine Hände, dass z. B. die Epithelzellen der Eifollikel ziemlich vollständig erhalten waren. Die Zona stellte an den älteren Eiern einer quer- und zuweilen zugleich längsgestreifte, in diesem Falle also gitterartig gezeichnete Haut dar; an jüngeren dagegen hatte sie in den verschiedenen Lagen ein verschiedenes Ansehen. Unten war sie hier, wie zu einer bestimmten Zeit die „Zona radiata" des Hühnereies, von der wir später reden werden, aus feinen Fädchen gebildet, welche senkrecht auf die verhältnissmässig dicke Dotterhaut [1]) gestellt waren. Nach oben traten, nach ganz allmähligen Uebergängen, an die Stelle der Fädchen quergestreifte Schichten [2]); auf sie folgten homogene, welche je weiter nach oben desto mehr unter sich verschmolzen.

Auch das Chorion war in die Verschmelzung eingegangen.

An Eiern von 2 Mm. Durchmesser traf ich nur ein deutliches Chorion und eine Dotterhaut, zwischen beiden aber noch keine Ablagerung, also ganz dieselben Verhältnisse, welche ich von Ringelnattereiern etwa von derselben Grösse beschrieben habe.

Das Geschilderte (vgl. Fig. 1—5) ist auf keine andere Weise zu erklären, als durch die Annahme, es verschmelzen die Elemente der von Seiten des Eies auf die Dotterhaut abgelagerten Zona, die Fädchen, nach oben allmälig zu dichteren Lagen, während sie unten durch die fortdauernde Abscheidung der Rindenschicht beständig wachsen [3]).

Zuweilen war, wohl an weniger frischen Eiern, die Dotterhaut von der Zona durch eine zwischen beide eingelagerte eiweissartige Masse streckenweise abgehoben (vgl. Fig. 5).

Aber auch ohne diese Abhebung war sie an den Molocheiern meist ungewöhnlich deutlich von der aufgelagerten Zona zu unterscheiden.

---

1) Wie ich das untere Häutchen fortan nenne.

2) Ein solcher Uebergang erklärt sich leicht, wenn man hier dieselben Grundlagen als vorhanden annimmt, welche in der Cuticula der Epithelzellen des Darmkanals gegeben sind, an deren einzelnen Stäbchen ich eine äusserst feine Querstreifung beobachtet habe. Vgl. Virch. Arch, Bd. XXXVIII S. 158.

3) Ich bemerke, dass sich diese Thatsachen sehr einfach auf die Angaben von Kölliker zurückführen lassen, wonach sich am Fischei die Zona (poröse Dotterhaut) durch Ablagerung von innen verdickt.

Das Chorion bildete ich im vorigen Abschnitt vom Ringelnatterei als ein Häutchen ab, welches während der ersten Zeit seiner Ausbildung überall da von Lücken durchbrochen ist, wo zwei der über ihm liegenden Granulosazellen mit der Basis aneinander grenzen [1]), wie leicht verständlich ist, wenn man bedenkt, dass dasselbe als ein Abscheidungsproduct dieser Zellen betrachtet werden muss. Beim Moloch habe ich das Chorion nur als ein zusammenhängendes Häutchen [2]) gesehen, allein ich habe hier jüngere Eier als solche von 2 Mm. Durchmesser nicht untersucht. Das Chorion war auch hier, wie in allen anderen Fällen, was ich ausdrücklich noch einmal hervorhebe (vgl. S, 232), äusserst fein, erschien selbst mit Tauchlinse 10 Hartn. betrachtet nur als Linie.

Die Dotterhaut, welche bei ihrem ersten Auftreten stets zarter ist wie das Chorion, übertrifft dasselbe bald an Dicke.

An älteren Follikeln scheint das Chorion in den meisten Fällen innig mit der Zona zu verschmelzen, so dass es zuletzt mit derselben eins wird. Am besten eignen sich zu seiner Erkennung Follikel von $1^1/_2$ — 3 Mm. Dickendurchmesser, an welchem die Zona erst schmal oder gar noch nicht vorhanden ist.

Eine Bemerkung Waldeyers, welche ich hier erwähnen will, bezieht sich offenbar auf ein durchbrochenes Chorion bei Lacerta agilis. Dieselbe lautet [3]): »An etwas grösseren Follikeln zeigt sich die innerste Schicht des Protoplasmas dieser Zellen (der untersten Follikelepithelzellen) mehr homogen, von stärkerem Glanze, wie eine membranartige Lage, die es von dem Dotter abgrenzt. Man kann beim ersten Auftreten dieser membranartigen Lage konstatiren, dass sie nicht von gleicher Dicke ist; auf kurze Strecken, namentlich zwischen je zwei einzelnen Zellen, scheint sie mitunter ganz zu fehlen. Bei weiter vorgerückten Bildungen ist indessen eine

1) Vgl. Taf. XI Fig. 12.

2) Einigemale glaubte ich bei der Ringelnatter ein Chorion zu sehen, das aus weniger Stückchen bestehe, als deren ursprünglich vorhanden sind: es müssten also hier einzelne der ursprünglichen Theile desselben untereinander verschmolzen sein. Ich habe dieses Verhalten in Fig. 14 Taf. XI angedeutet. Allein bei der grossen Feinheit des Objects ist die Möglichkeit einer Täuschung hier nicht ausgeschlossen: unbestreitbar Thatsächlichem entsprechen nur die Formen des Chorion, welche ich einerseits in Fig. 12 und andererseits in Fig. 13 u. 15 Taf. XI abgebildet habe.

3) A. a. O. S. 70.

continuirlich geschlossene Membran vorhanden, welche das Follikel-epithel vom Dotter vollständig zu trennen scheint. Ich sage absichtlich „scheint", denn in der That ist, wie Beobachtungen an älteren Follikeln ergeben, die Trennung nur eine scheinbare und es liefern die Eidechsen in diesem Punkte eine sehr hübsche Ergänzung der bei den Vögeln gewonnenen Erfahrungen." Wir werden nämlich sehen, dass bei den Vögeln ebenfalls ein Chorion vorhanden ist. Es ist das dieselbe Schicht, welche Waldeyer als den innersten Theil der Zona radiata betrachtet, welcher nach dem Zerfall der übrigen Bestandtheile dieser allein noch übrig bleibe, und aus welcher später bei Reptilien wie bei Vögeln die Dotterhaut entstehen soll.

Wenn ich auch das letztere, wenigstens was die Reptilien betrifft, nicht zugeben kann, so stimmen Waldeyer und ich doch darin überein, dass wir die in Rede stehende (von mir Chorion genannte) Schicht für ein Abscheidungsprodukt der Follikelepithelzellen erklären. Mit der Zona pellucida (Z. radiata) aber hat dieselbe bei den Reptilien meiner Ansicht nach nichts gemein.

Es hebt Waldeyer weiter hervor, dass wie beim Huhne so bei der Eidechse die „Zona radiata" aus Stäbchen zusammengesetzt sei, ähnlich dem Basalsaum der Darmcylinder.

Ich benutze die Gelegenheit, hier zu bemerken, dass bei Reptilien wie beim Huhn an die Stelle der Stäbchen später, mit Beginn der Auflösung der Zona, feine Fädchen treten. Beim Huhn lassen dieselben relativ grosse Zwischenräume zwischen sich und können durch irgendwelche Störung sogar leicht in ihrer gegenseitigen Stellung verschoben, unregelmässig verbogen werden.

Sehr schön breit traf ich die Stäbchen oft bei Schildkröten, und J. Clark[1]) bildet dieselben sehr gut ab. Aber diese Abtheilung der Zona pellucida in breite Stäbchen gibt demselben Veranlassung zu einer ganz eigenthümlichen Lehre von der Enstehung derselben. Er nimmt nämlich an, die Stäbchen seien säulenartig zusammengedrückte Zellen, hervorgegangen aus einer Lage grosser platter Zellen, welche zu der Zeit unter der Granulosa zu finden sind, wo das Ei dem unbewaffneten Auge sichtbar wird. Clark äussert, dass er über die Herkunft dieser Zellen auf Grund von Beobachtung nichts mit-

1) A. a. O. S. 484 u. 485.

theilen könne. Ihrer Lage nach müssten sie aber vom Graaf'schen Follikel abstammen. Sie möchten also, worin allerdings Irrthum möglich sei, andeuten, dass die Zona nicht vom Dotter abgeschieden wird.

Diese Zellen, welche also später zu den Stäbchen zusammengedrückt werden sollen, sitzen aussen auf dem „Dottersack," — so nennt Clark die Dotterhaut, welche, unterhalb der Zona pellucida liegend, als feines Häutchen das Ei zunächst umschliesst. Es ergibt sich also eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Angaben des genannten Forschers und den meinigen darin, dass wir beide eine Dotterhaut unterhalb der Zona pellucida bei Reptilien finden, eine Uebereinstimmung, welche vielleicht um so mehr zu beachten ist, als mir das Werk von Agassiz resp. Clark, welches überhaupt in der deutschen Literatur nur wenig beachtet ist, erst zugänglich wurde, als meine Untersuchungen schon abgeschlossen waren.

Aber die Uebereinstimmung in unseren beiderseitigen Ergebnissen geht auch weiter, indem von Clark[1]) der Dotterhaut dieselbe Entstehungsweise zugeschrieben wird, wie von mir. Während der ersten Zeit ihrer Entwickelung zeige sie dieselbe körnige Beschaffenheit wie der Eiinhalt; wenn sie zu dieser Zeit platze, so zerfalle sie in eine Unzahl von kleinen matten Körnchen, und es werde dadurch ihr Ursprung klar, dass diese Körnchen dem Aussehen nach identisch seien mit denjenigen, welche dann aus dem Ei austreten.

„Ob diese Haut durch eine allmälige Veränderung der Dichtigkeit der obersten Dottertheilchen, oder ob sie als Niederschlag in ihrer gegenwärtigen Form entstanden ist, ist unmöglich festzustellen."

Auch in Beziehung auf den höchst wichtigen Satz, dass erst, nachdem die Dotterhaut gebildet ist, aussen auf derselben die Zona pellucida entstehe, stützen sich gegenseitig unsere Angaben.

Nur über die Entstehungsweise der Zona pellucida haben mich meine Untersuchungen zu ganz anderen Ergebnissen geführt, als Clark, und ich habe nie etwas von jenem platten Epithel gesehen, aus welchem sich dieselbe seiner Meinung nach bilden soll. Dagegen konnte ich Schritt für Schritt ihre Entstehung nach Art einer Cuticularbildung verfolgen, wie ich das im vorigen Abschnitte vom Ringelnatterei geschildert habe. „Wenn das Ei, sagt Clark von den Schildkröten, etwa einen Durchmesser von $^1/_{10}$ Zoll erreicht hat, so ist die Dotterhaut resorbirt. Wahrscheinlich ist ihre Funk-

1) A. a. O. S. 454, 455.

tion dann durch die schon wohl entwickelte Zona pellucida ersetzt." Nach meinen Beobachtungen ist die Dotterhaut zu dieser Zeit nicht resorbirt, wohl aber ist sie in so inniger Berührung mit der auf ihr abgelagerten Zona, dass beide nur in günstigen Fällen als von einander verschiedene Bildungen erkannt werden können.

Im vorigen Abschnitte habe ich vom Ringelnatterei bemerkt, dass ich das Epithel an der Innenseite der Dotterhaut, welches Gegenbaur hier wie bei Vögeln vermisst hat und welches für letztere vielfach discutirt worden ist, das Binnenepithel von Klebs, schon sehr frühe (an Eierstockseiern von weniger als 3 Mm. Durchmesser) habe nachweisen können. Ich füge hier hinzu, dass ich dieses Epithel auch bei unserer gewöhnlichen Eidechse (Lacerta agilis), bei Chamaeleo vulgaris und bei Schildkröten gefunden habe, und zwar sowohl in Eiern, welche dem Eierstock, als in solchen, welche dem Eileiter entnommen wurden, und endlich auch an solchen, welche schon seit längerer Zeit gelegt waren.

Von der Innenseite der Schale von Ringelnattereiern, welche am 23. Juli gelegt wurden, konnte ich, nachdem dieselben in der Zwischenzeit unter die günstigsten Verhältnisse zur Weiterentwickelung gebracht worden waren, am 10. August ein zartes Häutchen ablösen, welches nach innen den Dotter direkt begrenzte. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigte sich, dass dieses Häutchen zusammengesetzt war aus einer einfachen Lage sechseckiger, grosser platter Zellen, von 0,03 Mm. Durchmesser, mit grossem Kern (0,013 Mm.), welcher sehr oft zwei Kernkörperchen enthielt. Die sehr regelmässig begrenzten Zellen führten einen Inhalt von sehr feinen Protoplasmakörnchen, und jeden Kern umgab eine Lage von Fetttröpfchen.

Im August traf ich dasselbe Häutchen an der inneren Seite der Schale von Eidechseneiern, welche ich dem obersten Theile des Eileiters entnommen hatte. Die Zellen, welche dasselbe zusammensetzen, waren hier gleichfalls meist sechseckig, aber oft unregelmässig und mehr ungleich gross wie im Ringelnatterei. Die grössten waren um die Hälfte breiter wie dort; es fanden sich meist zwei Kerne in einer Zelle, und Fetttröpfchen waren in der ganzen Zelle zerstreut.

Ein ebensolches Epithel trifft man nun an kleineren Eiern, und an aus dem Eierstock entnommenen kann man von der inneren Seite der Dotterhaut unter günstigen Umständen ein Häutchen ab-

lösen, welches aus Zellen zusammengesetzt ist, die in allen Eigenschaften so mit denjenigen des geschilderten Epitheliums übereinstimmen, dass ich, unterstützt von den gleich zu erwähnenden Angaben von Clark beide für identisch halten muss.

In den Eierstockseiern enthalten die Zellen häufig 2 oder 4 Kerne, sind offenbar in lebhafter Vermehrung begriffen. Je kleinere Eier man untersucht, desto weniger scharf sind die Grenzen der Zellen, desto weniger sind diese platt, desto mehr Fetttröpfchen enthalten sie, und desto mehr scheinen sie in ihren Eigenschaften sich Dotterelementen zu nähern.

In aus dem Eileiter genommenen, 8 Mm. im Durchmesser haltenden Eiern des Chamaeleons[1]) traf ich die Zellen des Epithels klein (0,013—0,016 Mm. breit), aber offenbar noch nicht vollkommen ausgebildet, denn sie waren noch nicht so ausserordentlich dünn und platt, wie man sie später findet, auch lagerten sie sich mit ihren Rändern nicht vollständig aneinander an, es lag vielmehr jede Zelle noch frei.

Schwann, Coste und His haben die Existenz dieses Epithels bei den Vögeln behauptet, Kölliker's Ansicht in Betreff desselben habe ich Eingangs erwähnt, und ausser Gegenbaur läugnet dasselbe auch F. Cramer.

Klebs schreibt dem Binnenepithel eine weite Verbreitung und eine grosse Bedeutung zu. Es soll nicht nur im Vogelei, sondern auch in Fischeiern und im Ei des Frosches vorkommen, soll endogen entstehen und die weissen Dotterzellen erzeugen. Stricker meint, es habe Klebs das Follikelepithel als Binnenepithel beschrieben, weil er nicht angebe, dass er beide zusammen an einem und demselben Ei getroffen habe. Zur Rechtfertigung von Klebs, und um nicht denselben Vorwurf zu erfahren, bemerke ich, dass man an jungen Reptilieneiern, sobald ein Binnenepithel überhaupt vorhanden ist, dieses immer gleichzeitig mit dem Follikelepithel an einem und demselben Follikel nachweisen kann, dass an solchen jungen Follikeln eine Verwechslung beider wenigstens bei der Ringelnatter ein Ding der Unmöglichkeit ist, wovon jeder überzeugt sein wird, der das Binnenepithel je einmal gesehen hat. Uebrigens bildet schon Clark mehrfach Follikel- und Binnenepithel an demselben Ei ab, bemerkt aber auch schon, dass es nicht leicht sei, das letztere zum

1) Auch dieses Thier hat mir Herr Dr. Brehm geschickt, wofür ich ihm gleichwie für den Moloch zu grossem Dank verpflichtet bin.

ersten Male zu sehen. An älteren Follikeln, wo die Granulosazellen auch bei den Vögeln flach geworden sind [1]) wird eine Verwechslung derselben mit dem Binnenepithel schon eher möglich sein und so mag sich die Angabe von His erklären, es lägen nach der Eröffnung des Follikels beim Huhn die Granulosazellen nach innen von der Dotterhaut, es seien dieselben durch letztere durchgewandert und sie entwickelten sich während des Durchtretens des Eies durch den Eileiter zu den weissen Dotterzellen.

Was die Bedeutung des Binnenepithels anbetrifft, so hat Clark auch hier die einzigen Angaben gemacht, welche mit den meinigen in Einklang zu bringen sind. Er beschreibt dasselbe von der Schildkröte [2]) und nennt es Embryonalmembran. Er meint, bis weitere Untersuchungen die Identität desselben mit der „Keimblase" von Bischoff, oder der „Umhüllungshaut" von Reichert nachgewiesen hätten, erscheine es, um Verwirrung zu vermeiden, das beste, ihm einen besonderen Namen zu geben.

Es beschreibt Clark das Epithel von einem Ei, welches kaum dem blossen Auge sichtbar ist, als eine Lage von kleinen Zellen, welche noch nicht mit einander verbunden seien, und welche in Grösse und Aussehen den nächstgelegenen Dotterelementen gleichen — sie scheinen nichts als veränderte Dotterzellen zu sein. Auch an grösseren Eiern beschreibt Clark das Epithel übereinstimmend mit meinen Angaben, ja er führt an, er sei so glücklich gewesen, die Zellen noch in einem Ei zu finden, welches schon seit 18 Tagen gelegt war — also zufällig gerade eben so lang, wie die Ringelnattereier, in welchen ich das Häutchen oben beschrieben habe. Bei der Schildkröte traf Clark zu dieser Zeit die Zellen in Theilung. Er hat aber weiter die Beziehungen der Embryonalmembran zum Keim verfolgt und findet, dass dieselbe jeder Faltung und Biegung des letzteren folge, „whether it be over the curved back of the „embryo" or into the furrow which forms the incipient spinal tube, or close to its now very much depresset head, or backwards and upwards again with the folds of the amnios." Später bilde die Embryonalmembran eine innere Lage am Amniossack, während ein Theil von ihr in das Spinalrohr eingeschlossen sei, welcher aber bald re-

1) Vgl. Cramer a. a. O. S. 139. Auch bei den Reptilien ist, wie früher bemerkt, das zuerst mehrschichtige Follikelepithel zuletzt zu einer einfachen Lage platter Zellen geworden. Vgl. meine Fig. XVI Taf. XI.

2) A. a. O. S. 486 ff.

sorbirt zu werden scheine. Der Theil der Membran endlich, welcher den ganzen Dotter umgibt, bleibe unterscheidbar bis das junge Thier ausgeschlüpft sei, zu dieser Zeit scheine sich dieselbe aber aufzulösen.

Es bieten also weder die Untersuchungen von Clark noch die meinigen der Angabe von Klebs eine Stütze, dass das Binnenepithel einer Brut von Dotterzellen den Ursprung gebe.

Dagegen sprechen sie dafür, dass dasselbe endogen entstehe. Es spricht dafür nicht nur seine Lage innerhalb der Dotterhaut, sondern auch der Umstand, dass seine Zellen zuerst von einander getrennt liegen, dass sie nicht so platt wie später und dass sie überhaupt zuerst dotterähnlich sind. Clark hält sie aus diesen Gründen [1]) geradezu für umgewandelte Dotterzellen. Ich wage aber die Behauptung, dass das Binnenepithel endogen entstehe hauptsächlich auf Grund von Beobachtungen am Amphibien- und am Fischei, über welche ich demnächst berichten werde.

Die Hüllen, welche den Dotter des Reptilieneies während einer bestimmten Zeit umgeben, sind also folgende:

1. Ein Epithel, welches den Dotter unmittelbar umschliesst.

2. Eine Dotterhaut, welche der Zellmembran gleich zu setzen ist und welche wie eine solche entsteht. Sie und das Binnenepithel bilden sich erst nachdem das Ei eine gewisse Grösse erlangt hat.

3. Die Zona pellucida, welche ich für ein Abscheidungsproduct des Eies erkläre.

4. Ein Chorion, zuerst in Gestalt eines durchbrochenen Häutchens auftretend, welches von den Follikelepithelzellen aus gebildet wird.

5. Das Follikelepithel.

Zona pellucida und Dotterhaut erscheinen später als ein Ganzes und auch das Chorion scheint sich bei den meisten Reptilien bald innig mit der Zona zu verbinden.

Der Dotter ist immer vollkommen scharf gegen die Hüllen abgegrenzt und eben so scharf setzt sich die Zona vom Granulosaepithel ab. Während ich auf jene Thatsache später noch zurückzukommen Gelegenheit haben werde, muss ich diese hier ausdrücklich betonen, indem ich bemerke, dass die zahlreichen Untersuchungen, welche ich am Reptilienei gemacht habe, mir auch nicht den entferntesten An-

---

1) A. a. O. S. 487.

haltspunkt für die Auffassung geboten haben, es möchte die Zona pellucida von den Granulosazellen abgeschieden worden sein.

.Beweise für die Bildung der Zona vom Granulosaepithel aus sind übrigens auch bei anderen Thieren, wo dieselbe behauptet wurde, nicht vorgebracht. Als Grund für eine derartige Entstehung z. B. bei den Säugethieren, hat man angeführt, dass die Grenze der Zona gegen die Granulosazellen hier nicht scharf, sondern vielfach gezackt sei und Waldeyer, welcher diesen Grund acceptirt, führt einen Satz von Reichert[1]) an über das betreffende Verhalten beim Meerschweinchen, wonach dieser Forscher jene unregelmässige Begrenzung durch die Annahme der Anwesenheit „von flachen Grübchen auf der Oberfläche der Zona pellucida erklären möchte, welche die Zellen des discus proligerus aufnehmen und möglicherweise zu einer weicheren, von diesen selbst abgesonderten und als Verdickung der Zona pellucida selbst verwendeten Schicht gehören."

Auf Seite 232 sprach ich von einer welligen Form der oberen Grenze der Zona des Ringelnattereies, welche vielleicht gleichfalls auf Grübchen hinweist. Um zu zeigen, dass diese hier nicht wohl durch Eindrücke der Follikelepithelzellen entstanden sein könnten, habe ich die schematische Fig. 14 A. Taf. XI gezeichnet. Aber damit diese Zeichnung nicht eine falsche Vorstellung hervorrufe, muss ich bemerken, dass jene Aeusserung sich nur auf Unebenheiten der oberen Grenze der Zona bezieht, die nicht deutlicher sind, als diejenigen, welche Waldeyer in seiner Figur 19 von Hühnerfollikeln abbildet, auf Unebenheiten, welche man nur mittelst sehr starker Vergrösserungen erkennen kann.

Ausserdem muss ich hier nachtragen, dass dieselben durchaus nicht regelmässig, sondern vielmehr nur da und dort vorzukommen scheinen.

Wenn auch das zarte Chorion dem Eindrücken der Granulosazellen vielleicht, wie man einwenden kann, kaum einen Widerstand leisten wird, so werde ich im nächsten Artikel einen Fall anzuführen haben, für welchen die Reichert'sche Erklärung zweifellos keine Gültigkeit haben kann.

Aber auch heute habe ich noch eine Angabe zu machen, welche beweisen möchte, dass umgekehrt Follikelepithelzellen in Folge des durch die Dickenzunahme der Zona auf sie ausgeübten Druckes Formveränderungen erleiden können. Und in Verbindung mit die-

---

1) Reichert, Entw. der Meerschw. Abh. Berl. Akad. 1862, S. 109.

ser Angabe sind noch andere Verhältnisse zu schildern, welche einer Entstehung der Zona durch Abscheidung von Seiten der Granulosazellen widersprechen.

Ich habe gezeigt, dass am Ringelnatterei das Follikelepithel mit langen Fortsätzen in den Eiinhalt hineinragt. Dort sind aber die Ausläufer gerade während ihres Durchtritts durch die Zona meist nur sehr schwer zu erkennen. Ganz anders ist dies bei der glatten Natter (Coronella laevis). Hier traf ich in dieser Beziehung ein höchst interessantes Verhalten. Es war hier an Follikeln von 3—7 Mm. Durchmesser die Zona in kurzen Abständen von aussen nach innen von relativ weiten Kanälen durchbohrt. In je einem solchen Kanal stack ein dicker Ausläufer einer Granulosazelle. Der Ausläufer ragte eine ziemliche Strecke weit in den Eiinhalt hinein und endigte dann meist stumpf (vgl. Fig. 6). In seinem Centrum liess sich sehr häufig eine helle Linie sehen, welche zuweilen deutlich als Kanälchen zu erkennen war, so dass der Ausläufer ein Röhrchen [1]) darstellt. In den kleineren Eiern, welche noch ein mehrschichtiges Epithel hatten, waren meist diejenigen Ausläufer am schönsten, welche von den der Zona unmittelbar aufliegenden Epithelzellen herrührten. Zuweilen konnte man aber Ausläufer, welche Zellen aus den obersten Lagen des Epithels angehörten, als feine Röhrchen fast durch die ganze Granulosa hindurch verfolgen.

Der Körper der Zellen der untersten Lage nun war da, wo er der Zona auflag, zuweilen vollkommen abgeflacht, Zellkörper und Fortsatz verhielten sich zur Zona wie ein Nagel mit breitem Kopf, welchen man durch ein Brett geschlagen hat[2]), eine Gestaltveränderung,

---

1) Ich weise darauf hin, dass ich auch die Ausläufer der Cylinderzellen des Darmkanals vom Frosch für „hohle Röhrchen von unendlicher Feinheit" erklärt habe. A. a. O. S. 138.

2) Diesen Vergleich macht schon Pflüger in Beziehung auf die beschriebenen offenbar ähnlichen Verhältnisse am Katzenei, welche er zu der Mikropyle in Beziehung bringt. Er sagt a. a. O. S. 113: „Einzelne dieser der Zona aufsitzenden Zellen senden spitze, zuweilen sich theilende Fortsätze in die Zona, welche bis zu verschiedener Tiefe eindringen, in einigen Fällen dieselbe unzweifelhaft durchbohren, um in die Eihöhle zu gelangen und den Dotter zu berühren. So sieht man dann die Zellen auf und in der Zona sitzen wie tief in eine Wand eingetriebene, mit runden Köpfen versehene Nägel." Daraus und aus Anderem schliesst Pflüger auf ein Hineinknospen von Granulosazellen in das Ei. Allein in meinem Falle handelt es sich zuweilen um Zellen, bei welchen an ein Knospen nicht mehr zu denken ist, in-

welche unmöglich an den Granulosazellen entstehen könnte, wenn diese die Zona abscheiden würden. Dieselbe lässt sich aber erklären, wenn man annimmt, die Zona bilde sich vom Ei aus und flache die Körper der mit Fortsätzen in der Dotterkaut steckenden Epithelzellen an deren untern Seite, durch in centrifugaler Richtung auf sie ausgeübten Druck ab.

Um zu sehen, ob und in wie weit sich die bei den Reptilien gewonnenen Ergebnisse auf andere, verwandte Thierklassen ausdehnen lassen, habe ich Untersuchungen am Vogelei und an den Eiern zahlreicher Knochenfische gemacht.

An Follikeln des Huhns von bis zu 3 Mm. Durchmesser traf ich keine Haut, welche im Sinne der vom Reptilienei beschriebenen als Dotterhaut aufzufassen wäre, dagegen ist die zwischen Granulosaepithel und Zona radiata (Waldeyer) liegende, von einer gewissen Zeit der Ausbildung des Eies an leicht nachzuweisende Membran, welche u. A. von F. Cramer und Waldeyer abgebildet ist, offenbar homolog dem äusseren der 2 Häutchen, welche ich vom Reptilienei beschrieben habe.

Wie von den genannten Autoren richtig angegeben ist, wird das Follikelepithel des Hühnereies von Zellen hergestellt, welche in Beziehung auf Lagerung in der Weise mit einander abwechseln, dass immer die eine die Basis die andere die Spitze dem Ei zukehrt. Dass von den Grundflächen der erstgenannten Zellen das fragliche Häutchen abgeschieden ist, wird besonders durch ein Verhalten offenbar, welches bisher nicht beobachtet zu sein scheint: es besteht dasselbe oft deutlich aus lauter einzelnen Stückchen, deren jedes der Grundfläche einer Epithelzelle entspricht, während auf dem Querdurchschnitt gesehen, überall da kleine Lücken vorhanden sind, wo zwei jener Grundflächen nebeneinander zu liegen kommen. Jeder einzelne Abschnitt der Haut sieht geradezu wie eine Verdickung der Basis der Granulosazelle aus, welcher er anliegt (vgl. Fig. 7 u. 8). Wir haben also hier eine vollkommene Homologie mit den Verhältnissen vor uns, welche ich von dem Chorion der Ringelnatter beschrieben habe, und auf welche wohl auch die oben citirte Aeusserung Waldeyer's über das Eidechsenei zu beziehen ist.

Die in Rede stehende Eihülle des Hühnereies ist also ein Chorion.

dem dieselben offenbar schon der Resorption entgegengehen, wie dann ihr stark körniger Inhalt beweist.

Zwischen diesem Chorion und der Rindenschicht liegen die Elemente der „Zona radiata.“ Dieselben sind, wenigstens an den grösseren der von mir untersuchten Follikel, wie früher bemerkt, feine Fäden, welche sowohl dem Chorion fest anzusitzen, als mit der Rindenschicht innig zusammenzuhängen scheinen. Und zwar fügen sie sich an letztere in einer regelmässigen, scharfen Linie an. Vielleicht dass doch an der Grenze zwischen beiden eine mikroskopisch nicht nachweisbare Verdichtung des äussersten Theils der Rindenschicht liegt. Oder dass später, an grösseren Follikeln als die von mir untersuchten sind, eine Dotterhaut hier noch entsteht[1])? Oder endlich, dass nur das Chorion sich später weiter entwickelt[2])?

Ich beobachtete, dass die Zona „radiata“ an grösseren Eiern schmäler wird und es ist wohl zweifellos richtig, was Waldeyer sagt, dass dieselbe nämlich mit der Zeit schwindet. Ein solches Resorbirtwerden kann man auch an der Zona pellucida des Reptilieneies verfolgen. Beide die „Zona radiata“ des Hühnereies und die Zona pellucida der übrigen Wirbelthiere sind wahrscheinlich identisch. Dann aber wäre nicht wohl anzunehmen, dass in Beziehung auf die Entstehung beider verschiedene Gesetze walten.

E. van Beneden äussert freilich, es finde sich am Hühnerei nichts, was mit der Zona pellucida des Säugethiereies verglichen werden könnte. Die Eihülle des ersteren erklärt er, zufolge seiner erwähnten Ansicht über ihre Entstehung, wie schon bemerkt, für eine wahre Dotterhaut, die Zona pellucida des Säugethiereies dagegen für ein Chorion.

Nebenbei sei hier bemerkt, dass sich ausserhalb des Follikelepithels, diesem dicht anliegend, beim Huhn sehr leicht eine besondere Haut, welche von Waldeyer Membrana propria folliculi genannt, und welcher vielfach fälschlich die Rolle einer Dotterhaut zugeschrieben worden ist, nachweisen lässt.

---

1) E. van Beneden lässt in der That mit Gegenbaur eine solche aus der peripherischen Schicht des Dotters sich bilden. Gegenbaur wirft dagegen S. 516 a. a. O. die Frage auf, ob das Follikelepithel durch Abscheidung einer homogenen Schicht um die von Seiten der äussersten Lagen des Dotters gebildete Membran nicht eine zweite absetze, die dann mit ersterer sich vereinigt. Der Umstand, dass am reifen Ei des Huhns die Dotterhaut aus zwei ganz deutlichen ziemlich fest mit einander verbundenen Lamellen bestehe, lasse ihn einige Bedenken tragen, die gesammte Membran vom Dotter allein abzuleiten.

2) Diese Annahme entspricht der Ansicht von Waldeyer.

In Beziehung auf den Inhalt des Hühnereies möchte ich anführen, dass ich zuweilen auch hier deutlich eine Streifung der Rindenschicht habe sehen können, welche auf Ausläufer der Follikelepithelzellen wie beim Ringelnatterei zurückgeführt werden muss.

An in Osmiumsäure erhärteten Follikeln des Huhnes von 3 Mm. Durchmesser war der Eiinhalt innerhalb der Rindenschicht gleichfalls wie dort in scharfbegrenzte Lücken zerklüftet, aber zu einem so schönen Maschennetz wie im Ringelnatterei traf ich die Zwischenräume zwischen den Lücken nicht ausgebildet.

Die Rindenschicht, welche sich mit dem Grösserwerden des Eies auch hier verschmälert, zeigte so wenig wie bei der Natter jene Lücken (vgl. die Abbildungen).

Endlich muss ich noch einen eigenthümlich glänzenden Ring erwähnen, welchen ich zuweilen innerhalb der Rindenschicht antraf (Fig. 8), von welchem mir wegen der geringen Zahl der Untersuchungen, die ich in dieser Richtung gemacht habe, zweifelhaft blieb, ob er der inneren Rinde des Ringelnattereies homolog sei.

An den Eiern von zahlreichen unserer Knochenfische habe ich Einrichtungen in Beziehung auf die Eihüllen finden können, welche ganz denselben Grundplan erkennen lassen, nach welchem dieselben bei den Reptilien gebaut sind.

Die Zona ist hier bekanntlich meist sehr schön radiär gestreift, zuweilen, wie bei der Forelle, sehr breit. Gerade bei diesem Fische liess sich deutlich sehen, dass die Streifung von Stäbchen herrührt, welche radiär zur Oberfläche des Eies gestellt sind, und zwischen den Stäbchen konnten oft sehr schön auf dem radialen Durchschnitt der Zona die Poren erkannt werden, welche sich nach Zusatz von fremden Flüssigkeiten zuweilen dadurch zu Lücken erweiterten, dass die Stäbchen, während sie in ihrem oberen und unteren Theile zusammenhängend blieben, in der Mitte auseinanderbogen.

Aber auch eine feine Längsstreifung zeigte sich hier sehr oft und zuweilen äusserst deutlich. Und dass dieselbe der Ausdruck einer Flächenschichtung [1]) ist, wird dadurch bewiesen, dass die ganze Zona

1) Vgl. Kölliker, Würzburger Verh. Bd. 8. 1858. S. 85, wo eine solche Schichtung von Squalus argenteus u. Abramis brama erwähnt ist.

sich geradezu in einzelne Blätter auflösen kann[1]), welche sich in verschieden grossen Zwischenräumen von einander abzuheben vermögen. Die einzelnen — übrigens sehr feinen — Blätter zeigen dann gewöhnlich ein welliges oder gezacktes Aussehen, entsprechend ihrer Bildung aus Stäbchengliedern, oder entsprechend den Poren, von welchen sie während ihres Zusammenhalts durchsetzt werden.

Nach innen gegen das Ei zu ist die Zona stets scharf begrenzt. Es ist mir häufig gelungen, die Dotterhaut, von welcher die früher erwähnten Autoren sprechen, zwischen der Zona und dem Dotter sehr deutlich zu sehen. Wenn man Eier frisch in Jodserum untersucht, so löst sie sich oft als feines Häutchen von der Innenfläche der Zona ab, spannt sich zwischen zwei Punkten derselben wie eine Brücke aus und drängt den Dotter von dieser ab (Fig. 13). Aber man kann sie zuweilen auch an unversehrten Eiern als feine, längs der Innenfläche der Zona verlaufende Linie erkennen. Ich sah diese Dotterhaut u. A. bei der Forelle, beim Hecht, beim Weissfisch, nnd sehr schön auch beim Karpfen, wo Kölliker nach seiner oben citirten Aeusserung dieselbe offenbar gleichfalls gesehen hat, ohne jedoch über die Deutung des Gesehenen schlüssig zu werden.

Es äussert sich Kölliker, wie oben bemerkt, dahin, dass falls die Anwesenheit einer Dotterhaut unter der Zona bestimmt nachgewiesen werden könnte, diese letztere als eine vom Ei als Zelle abgeschiedene Cuticularbildung betrachtet werden dürfte. Da die von diesem Forscher geforderte Voraussetzung erfüllt ist, — meine Zeichnungen mögen wohl allenfallsige Zweifel ausschliessen, — so glaube ich die Entstehung der Zona pellucida nach demselben Modus, nach welchem sie bei den Reptilien statt hat, auch bei den Fischen annehmen und dieselbe also auch hier für eine vom Ei ausgehende Cuticularbildung betrachten zu dürfen.

Die Homologie in Beziehung auf die bisher geschilderten Verhältnisse ist bei beiden Thierklassen eine vollkommene. Aber dieselbe erstreckt sich noch weiter. Es ist schon von mehreren Forschern an der Aussenseite der Zona pellucida von Fischen ein Häutchen beschrieben worden, welches sich zuweilen von derselben ablöse[2]). Ich kann das Vorhandensein dieses Häutchens an den Eiern

1) Vgl. Remak. Müll. A. 1854, S. 254.

2) Nach Aubert, Z. f. w. Z. 1854 zeigt die Hülle des reifen Hechteies, eine innere dicke und eine äussere dünne Lage, welche letztere, nachdem das Ei einige Zeit im Wasser gelegen, sich abhebe. Remak sagt (Müll. A. 1854,

von zahlreichen unserer Knochenfische bestätigen. Beim Hecht ist es schon am ganz frisch untersuchten Ei sehr deutlich zu sehen. Es zeichnet sich hier dadurch aus, dass seine äussere Grenze zwar eine gerade, scharf begrenzte Linie darstellt, die innere, sich an die Zona anschliessende, dagegen unregelmässig, wie wellenförmig gebogen ist. Es vermag sich dieses Verhalten zu erklären, wenn man unterhalb des Häutchens auf der Oberfläche der Zona ebenfalls Grübchen vorhanden annimmt, in welche sich in regelmässigen Abständen verdickte Abschnitte jenes Häutchens hineinlegen.

An den Eiern anderer Fische traf ich dieses Häutchen im optischen Durchschnitt als regelmässige, scharf- und doppeltbegrenzte Linie. Dasselbe hebt sich, besonders nach Zusatz fremder Flüssigkeiten, oft streckenweise von der Zona ab, gleich der Dotterhaut; es ist aber stets etwas dicker als diese — wiederum ein Verhalten ganz wie ich es vom Ringelnatterei beschrieben habe.

Ich möchte auch hier das geschilderte Häutchen als Chorion ansehen.

Es ist an den Eiern von Fischen, zuerst von Lereboulett [1]) und von Johannes Müller [2]) beim Barsche, eine besondere Art von Hülle beschrieben worden, welche als Eikapsel oder als zweite oder äussere Eihülle bezeichnet worden ist. Diese Eihülle besteht nach Müller aus Röhrchen, welche radiär auf die Oberfläche der

---

S. 254): An der Aussen- und an der Innenfläche der Zona pellucida von Eiern, welche wahrscheinlich vom Gründling (Gobio fluviatilis) herrührten, habe sich nach längerem Einlegen in einer Mischung von doppeltchromsaurem und doppeltschwefelsaurem Kali ein Blatt von kaum $^{1}/_{800}$ Linie Dicke ablösen lassen. Leuckart spricht (Müll. A. 1855, S. 260) von einer äusseren membranartig festen Begrenzung der Zona pellucida. Kölliker bemerkt (Würzb. Verh. Bd. 8. 1858, S. 84): „Es markirt sich an der Dotterhaut bei allen Fischen eine äussere resistentere dünnere Schicht, welche selbst die Streifung noch bewahren kann, während die inneren Theile vollkommen erblasst sind. An unveränderten Dotterhäuten beträgt diese Lage 0,0003—0,001''', aufgequollen das Doppelte und mehr. Uebrigens habe ich diese Lage auch an frischen Eiern beim Hecht von der übrigen Dotterhaut isolirt erhalten und bei Perca war dieselbe auch an Chromsäurepräparaten sehr deutlich zu sehen."

1) A. a. O.

2) Müll. A. 1854. Vgl. auch Leuckart, ebdas. 1855, S. 258 ff., Leydig, ebdas. 1855, S. 476. Reichert, ebdas. 1856.

Zona gestellt sind. Kölliker[1]) hat nachgewiesen, dass diese Röhrchen aus den Granulosazellen sich hervorbilden. Dieselben stellen, wie ich mich überzeugt habe, in voller Ausbildung Trichterchen dar oder Trompeten, welche sich mit den nach auswärts gerichteten Schallstücken berühren (Fig. 9 u. 10). Diese Trichterchen sind offenbar den merkwürdigen ähnlichgestalteten Bildungen gleichzusetzen, welche ich vom Eider Ringelnatter[2]) beschrieben habe, den Trompeten, welche auch dort aus den Zellen der Granulosa sich entwickeln, und wir haben hier vielleicht die interessanteste Homologie zwischen Fisch- und Reptilienei vor uns, von welcher ich reden kann. Kölliker hat die Trichterchen des Barscheies Saftröhrchen genannt, weil er denselben eine besondere Rolle für den Stoffwechsel der Eier zuschrieb. Und Remak sagt von den Röhrchen: „Sie scheinen von einer dicklichen (eiweissartigen?) Masse erfüllt zu sein, denn beim Druck tritt diese zuweilen wie ein abgerundeter Pfropf oder wie ein Cylinder aus dem Trichter hervor. Durch Kochen des Eies und Behandeln mit Chromsäure scheint der Inhalt der Röhren zu gerinnen, und hin und wieder sieht man dann Unterbrechungen des Inhalts in den Röhren. Wenn man die frischen Eier bis zum Zerreissen der Dotterhaut comprimirt, so ereignet es sich oft, dass die öligen Theilchen des Dotters bis in die Röhrchen und bis hinaus aus ihre äusseren Oeffnungen getrieben werden, man sieht dem Durchquellen des Oels durch die Röhrchen zu.... Dagegen dringt nichts zwischen die Röhrchen."

Ich habe schon im letzten Artikel die Trompeten des Ringelnattereies Becherzellen genannt. Es sind in der That beide, die Trichter des Ringelnattereies wie diejenigen des Barscheies nichts anderes als Becherzellen eigenthümlicher Art.

Nun habe ich früher erklärt[3]), dass die Becherzellen überall, wo sie vorkommen, von einer bestimmten Zeit ihrer Ausbildung an,

1) Würzb. Verh. Bd. 8, 1858.

2) Ich bemerke hier, dass ich Andeutungen einer beginnenden Trichterbildung in seltenen Fällen auch an den Follikelepithelzellen der grünen Eidechse traf.

3) Vgl. m. Inaug.-Dissert. „Zur Geschichte der Becherzellen", 1867. Berlin, Hirschwald, 1868, und „Ueber Becherzellen", Virch. Arch. Bd. XLII, 1868.

nachdem sie ihren Inhalt ausgeworfen haben, hohle Schläuche mit relativ dicken Wänden, Intercellularschläuche, wie ich sie einmal nannte, darstellen, welche die Oberfläche, speciell der Schleimhäute, mit dem Parenchym in offene Verbindung setzen[1]. Ich versuchte sogar eine Ausscheidung von Stoffen aus dem Körper durch sie auf experimentellem Wege direct nachzuweisen.

Kurz, ich war der Ansicht, es möchten die älteren Becherzellen als Ausmündungsröhrchen des Lymphgefässsystems fungiren, und ich gebrauchte die Bezeichnung Stomata für ihre Mündungen auf der Oberfläche der Schleimhäute, weil ich diese für die Analoga der ebenso genannten Löcher hielt, welche zwischen den Endothelien vorkommen.

Es ist dem Obigen zufolge Gebilden, welche wir heute als Becherzellen ansprechen müssen, durch ihre Bezeichnung als Saftröhrchen schon lange vor mir eine derjenigen ähnliche Bedeutung zuerkannt worden, welche ich ihren Verwandten ertheilen wollte, und schon Remak's Angaben weisen auf eine solche hin.

Um die Beziehungen zwischen den bisher als solche bekannten Becherzellen und den Trichterzellen des Follikelepithels in das rechte Licht zu setzen, verweise ich auf die von mir getreu nach der Natur gezeichneten Abbildungen der ersteren in Fig. 11 bis 14 von Taf. XII, Bd. XLII von Virchow's Archiv.

Der Aussenfläche der Zona pellucida — besser des Chorions — zahlreicher Fische sitzen bekanntlich in mannigfacher Anordnung, Grösse und Anzahl eigenthümliche zottenartige Erhebungen auf[2]. Reichert rechnete diese Zöttchen zur zweiten Eihülle, Kölliker dagegen erklärte, dass sie nichts anderes seien, als eine äussere Lamelle der porösen Dotterhaut. Ich muss beiden Ansichten widersprechen: Die Zöttchen sind nichts Anderes als Dottermasse, welche durch die Poren der Eihülle hindurch aus dem Ei herausgetreten ist[3], sich nun in Form von

---

1) Die Verschiedenheiten einer solchen Auffassung von derjenigen Letzerich's in anatomischer wie in physiologischer Beziehung ergeben sich schon aus meinen Arbeiten von selbst. Vgl. auch das Folgende.

2) Zuerst von J. Müller gesehen (a. a. O. 1854).

3) Kölliker beschreibt (a. a. O. S. 85) die Zöttchen von Gobio fluviatilis als Gebilde von fettähnlichem Ansehen, die mit leicht verbreitertem Ende in der äusseren Lamelle der porösen Dotterhaut wurzeln. Bei Gasterosteus aber stecken sie mit einem Stiel in der Dotterhaut. Sie schrumpfen auf

Tröpfchen an die Aussenfläche des Chorion anhängt und dort vielleicht mit den Eihüllen nach und nach eine härtere Beschaffenheit annimmt. Zuerst aber sind die Zöttchen einfach weiche Dottertropfen, welche an frischen jüngeren Eiern ganz das Aussehen von körnerlosem Dotter haben.

Es ist mir gelungen, zu sehen, wie solche Zöttchen sich bildeten und verschwanden: ich beobachtete, wie ein sehr niedriges Zöttchen allmählig sich vergrösserte, indem es offenbar geradezu aus der Eihülle herausquoll. Denn zuletzt zog es sich am inneren Ende in einem stielartigen Fortsatz aus, welcher Anfangs noch in einer der Poren der Zona stak, bis er endlich ganz aus derselben heraustrat. Das jetzt freigewordene Zöttchen nahm nach und nach wieder die Form eines Dottertropfens an, indem es seinen Fortsatz allmählig einzog.

Uebrigens wird schon die Form und die verschiedene Grösse der Zöttchen darauf hinweisen, dass die gegebene Erklärung ihrer Natur richtig ist: immer trifft man in Beziehung auf Form und Grösse alle Stufen nebeneinander, welche hervorgequollene Tröpfchen zeigen müssen.

Am Ei des Barsches traf ich auch Tröpfchen am Fuss der Saftröhrchen auf der Aussenfläche des Chorion (vgl. Fig. 9 u. 10), was ich gegenüber der oben wiedergegebenen Angabe Remak's bemerken muss.

Ich habe gezeigt, dass aus dem Reptilienei Dotter nach aussen durch die Eihüllen und selbst durch die Granulosa durchtritt. Wir haben also hier bei den Fischen ein ähnliches Verhalten. Ob hier dieselben Zöttchen zeitlebens auf der Eihülle aufsitzen bleiben, um zuletzt vielleicht zu erhärten, oder aber, ob sie als Tropfen nach der oben beschriebenen Art beständig abfallen, um durch neue ersetzt zu werden, so dass ein beständiges Durchsickern von Dotter durch die Eihüllen stattfindet, vermag ich nicht zu sagen, aber nach dem, was ich vom Reptilienei schon berichtet habe und noch zu berichten haben werde, scheint mir die zweite Annahme vorzuziehen zu sein.

Wahrscheinlich ist mir, dass sie den Zweck haben, die Poren von einer gewissen Zeit an zu verstopfen, wohl um den Eintritt des

---

Zusatz von Kali. Ebenso nennt Reichert (Müll. A. 1856, S. 95) die Zöttchen fettähnlich. Sie seien zähe, so dass sie sich bei Zerrung fadenförmig ausziehen. Zuweilen ziehe sich nur ein Ende fadenförmig aus und hafte an der Eihülle, während das andere, freie, knopfförmig angeschwollen sei.

Wassers in die Eier zu verhindern, nachdem dieselben abgelegt worden sind [1]).

Ein wechselweises Abfallen der Zöttchen könnte zugleich die Respiration erleichtern.

Wenden wir uns auf Grund der bisher gegebenen Thatsachen nun zur Erörterung der Eingangs berührten Fragen, so ergibt sich zunächst, dass mir meine bisherigen Untersuchungen weder bei den Reptilien, noch bei den Vögeln, noch bei den Fischen Anhaltspunkte für die Auffassung gegeben haben, nach welcher das meroblastische Ei in der Weise durch peripherische Apposition wächst, dass Follikelepithelzellen sich direct in Dotterelemente umwandeln. Auf diese Art gebildete Dotterzellen sollen nach His selbst in die Zusammensetzung des Embryo eingehen.

Aber es scheint mir nicht, dass sich der Keim auf so, ich möchte fast sagen, rohe Weise äusserer Hülfe versichere.

Das Ringelnatterei von 1½ Mm. Durchmesser hat oft schon eine deutliche Dotterhaut und ein Chorion; bald erhält es eine dicke Zona pellucida. Follikelepithel und Dotter sind von nun ab durch mehrfache Schranken geschieden. Es hat das Ei aber jetzt noch weitaus den grössten Theil seines Wachsens vor sich, denn es wird über 2 Centimeter lang.

Bildungen, welche auf Uebergänge zwischen Follikelepithel und Dotter hindeuten könnten, sind nirgends zu bemerken, und ich würde in der That an solche zu denken niemals veranlasst gewesen sein, wenn nicht das Wachsthum des Eies von anderer Seite durch eine entsprechende Annahme zu erklären versucht worden wäre.

Es ist nachgewiesen, dass das Follikelepithel beim Huhn einschichtig ist und bleibt. Dasselbe ist der Fall bei den Schildkröten. Am Ei der meisten übrigen Reptilien ist es zwar mehrschichtig. Aber die dem Chorion mit ihrer Basis zugewendeten Zellen bleiben zeitlebens mit derselben scharfen Linie von den Eihüllen abgesetzt.

1) Ich erinnere daran, dass an den Eierschalen von Wasservögeln Vorrichtungen vorhanden sind, welche wahrscheinlich dazu dienen, die Poren gegen das Eindringen von Wasser zu verschliessen (vgl. G. Landois, Z. f. w. Zool., Bd. XV, und W. v. Nathusius, ebdas. Bd. XVIII). Nach Landois ist die Oberhautschicht der Eier entenartiger Vögel zu diesem Zwecke mit flüssigem Fett imprägnirt.

Dasselbe ist beim Hühnerei der Fall. Es nimmt zwar das mehrschichtige Epithel der Reptilieneier eine Zeit lang an Dickendurchmesser zu. Allein diese Breitenzunahme muss, wie früher bemerkt, auf Rechnung einer Vergrösserung der Zellen, besonders derjenigen der mittleren Lage, gesetzt werden.

Den entscheidendsten Beweis gegen eine Umwandlung von Granulosazellen in Dotter geben aber die langen Fortsätze ab, mit welchen jene in das Innere des Ringelnattereies hineinragen und ihre Umbildung in Trichterzellen. Denn die Fortsätze zeigen, dass dieselben Epithelien, welche an kleinen Eiern vorhanden sind, auch den grossen noch aufsitzen, und die Trichterzellenbildung zeigt, dass diese selben Zellen später sich nach aussen öffnen und ausserhalb des Eies zu Grunde gehen.

Dass die centralen Theile des Reptilieneies bei dessen Wachsthum eine äusserst wichtige Rolle spielen, das möchten die Thatsachen beweisen, welche ich im vorigen Artikel angeführt habe. Hier im Centrum des Organismus befindet sich der Herd einer kolossalen Stoffumbildung, deren Erzeugnisse sich über alle Bezirke desselben verbreiten [1]. Vielleicht dass Ablagerung von im Centrum gebildetem Dotter zwischen die Granulosazellen und an der inneren und äusseren Seite der Granulosa auch bei Vögeln His zu den bekannten Schlüssen geführt hat [2]. Jedenfalls gelangt bei Reptilien niemals

1) Es finden sich Angaben bei Clark, welche darauf hinweisen, dass er einige Stadien der centralen Dotterbildung beobachtet hat. Seite 461 spricht er von sieben oder acht grossen, hellen Eiweisskugeln, die im Ei der Schildkröte auftreten, nachdem dasselbe eine gewisse Grösse erreicht hat. Dieselben sollen von der homogenen Masse herrühren, aus welcher, wie er beschreibt, die eine Hälfte des jungen Eies noch bestehe, nachdem die andere längst von körniger Dottermasse erfüllt sei. Die Abbildung Taf. VIII, Fig. 16 zeigt aber deutlich, dass wir es mit Theilen von centrogenem Dotter zu thun haben. Seite 462 sagt Clark ferner, dass Eier von $^1/_{32}$ Zoll Durchmesser zuweilen gefleckt seien durch rundliche, helle, hyaline, aus eiweissartiger Substanz bestehende Kügelchen, welche, wie Fig. 16, a und 16, b derselben Tafel zeigen, gleichfalls Theilstücke von centrogenem Dotter sein dürften. Vielleicht gehören auch Fig. 18, a und Fig. 19, und die Bemerkungen über einen „todt-weissen" Ring um das Keimbläschen u. a. auf Seite 459 und 460 hierher.

2) Die Fig. 4, c der Taf. II des His'schen Werkes scheint zu dieser Vermuthung zu berechtigen. Dieselbe entspricht nämlich durchaus der oben citirten Figur 7 von Clark: Die albuminösen Kugeln von Clark

Dotter, wie das His von den Vögeln beschrieben hat, von der Peripherie des Eies nach dem Centrum, sondern es findet hier eine gewaltige Dotterwanderung in umgekehrtem Sinne statt.

Eine andere Frage ist die, ob das Follikelepithel nicht etwa dadurch, dass seine Zellen sich direct in Dotterelemente umwandeln, sondern durch Abscheidung[1]) einen Antheil an der Dotterbildung nehme.

Waldeyer möchte die Entstehung der ganzen Rindenschicht auf Rechnung einer solchen Abscheidung von Seiten des Follikelepithels setzen. Die von diesem herstammenden Stäbchen der Zona radiala sollen zu den Körnchen der Rindenschicht zerfallen. Er überträgt die am Hühnerei gewonnenen Ergebnisse auch auf diejenigen der Reptilien. Hier ist aber eine Vergrösserung nach solchem Modus nicht möglich, nachdem einmal die Dotterhaut gebildet ist, und auf dieser lagert sich ja die Zona, durch deren Zerfall später die Rindenschicht entstehen soll, erst ab. Die Rindenschicht ist bei den Reptilien und auch bei den Vögeln schon lange vor dem Entstehen der Zona vorhanden.

---

und die Paralecithkugeln von His sind diesen Figuren nach dasselbe und beide sind wohl wieder identisch mit meinen Dotterschorfen, also Theilen des centrogenen Dotters, während nach His die Paralecithkugeln vom Granulosaepithel abstammen sollen. Ich bemerke hier, dass ich sehr häufig auch ausserhalb der Granulosa aus dem Centrum des Eies stammenden Dotter bei der Ringelnatter traf — wie His die Paralecithkugeln gleichfalls auch ausserhalb der Granulosa beim Huhn trifft.

1) Stricker hat (vgl. a. a. O.) einmal beobachtet, dass einzelne direct auf dem Dotter aufsitzende Epithelzellen (beim Huhn) auf ihrer Basis bläschenähnliche Dotterelemente trugen, wie sie um dieselbe Zeit den ganzen Dotter durchsetzen. Er hält diese Dotterelemente für ein Produkt des Follikelepithels und schliesst, dass dieselben an solchen Stellen in den Dotter hineingelangen, „wo die Dottermembran defect ist oder defect wurde in Folge oder im Laufe des Wachsthums des Eies.“ Darauf muss sich der Passus bei Waldeyer (a. a. O. S. 53) beziehen, wonach Stricker an einzelnen Stellen der Dotterhaut Lücken beschreibe, durch welche die Elemente des Follikelepithels durchtreten können. Ich habe nun nie etwas gesehen, was die Anschauung Stricker's von einer Theilnahme des Follikelepithels nach Art eines direct Dotter secernirenden Apparates, wie sie aus dessen Angabe gefolgert werden müsste, rechtfertigen könnte. Ebensowenig dürfte eine defecte Dotterhaut an einem vorsichtig behandelten Objecte zu beobachten sein. Dagegen müssen in der Zona und Dotterhaut, z. B. bei Coronella

Es ist im vorigen Artikel auszuführen versucht worden, dass die Rindenschicht nichts anderes sei als der Ueberrest des ursprünglichen Eiprotoplasmas, welcher noch nicht in Dotter verwandelt ist. Es ist gezeigt worden, dass sie mit dem Wachsen des Eies nicht breiter, sondern schmäler wird, ferner, dass der Raum zwischen innerer Rinde und Dotterhaut mit jenem Wachsen gleichfalls nicht an Breite zunimmt. Endlich ist gezeigt worden, dass die Entfernung der Fettkörnchenschale, welche sich im Ei der meisten Reptilien und auch in demjenigen des Huhns schon vor dem Entstehen der Dotterhaut findet, dass die Entfernung dieser Schale von der Dotterhaut auch späterhin constant bleibt.

Zu alledem kommt noch das Binnenepithel, welches ich schon an weniger als 3 Mm. im Durchmesser haltenden Follikeln der Reptilien gefunden habe [1]), und welches an gelegten Eiern noch vorhanden ist.

Und wie wächst das Ei, nachdem das Follikelepithel der Resorption verfallen ist? Ich traf dieses aber z. B. bei Coronella laevis schon an Follikeln von 4 Mm. fast geschwunden, während doch die Eier dieses Thieres fast eben so gross werden, wie diejenigen der Ringelnatter.

Pflüger hat bekanntlich am Katzenei einen äusseren und einen inneren Dotter unterschieden; mit letzterer Bezeichnung belegte er einen Hof von zuerst hyaliner Masse, welcher das Keimbläschen umzog. Waldeyer fasst, wie Eingangs bemerkt, auf Grund dieser Thatsache auch das Säugethierei als zusammengesetztes Gebilde auf, indem er annimmt, dass der äussere Dotter Pflüger's vom Granulosaepithel abgeschieden sei.

Aber meine Beobachtungen über den centrogenen [2]) Dotter des Reptilieneies dürften die Richtigkeit jener Schlussfolgerung zum Mindesten zweifelhaft machen, zumal da Pflüger [3]) selbst durch seine Entdeckung veranlasst wird, von der Möglichkeit des Vorhandenseins eines Nahrungsdotters auch im Säugethierei zu sprechen.

Es werden also fernere Untersuchungen darauf gerichtet sein

laevis, nach meiner oben gegebenen Beschreibung ziemlich grosse natürliche Lücken entstehen mit dem Schwinden des Follikelepithels (vgl. Fig. 6).

1) Clark fand es, wie bemerkt, an noch kleineren.

2) Wie ich den im Mittelpunkte des Eies entstehenden Dotter fortan nennen will.

3) A. a. O. S. 79.

müssen, ob nicht jener innere Dotter des Katzeneies in der That auf diejenigen ähnlichen Processe im Säugethierei hinweise, welche ich aus dem Ei der Reptilien beschrieben habe[1]).

Auf welche Weise und in welchem Grade eine active Theilnahme der Granulosazellen an der Dotterbildung meiner Meinung nach vielleicht denkbar wäre, davon wird später gehandelt werden.

Für eine solche active Theilnahme von wesentlichem Belang scheinen mir aber keine vollgültigen Beweise vorzuliegen.

Das gewaltige Wachsen speciell der meroblastischen Eier setzt einen ungeheuren Stoffwechsel voraus, zu dessen Unterhalt allerdings beständig Material von Aussen aufgenommen werden muss[2]).

Das Wachsen des Eies ist im Wesentlichen auf Rechnung einer Assimilation von Ernährungsmaterial zu setzen, welches direct aus dem Kreislauf bezogen ist.

Es wächst das Ei nicht nach anderer Art wie jede Zelle wächst, nur in anderem Masse.

Die Umsetzung des aufgenommenen Rohstoffes geschieht hauptsächlich im Mittelpunkte des Eies, von hier, von der Centralwerkstätte aus, werden die aus ihm gearbeiteten Produkte über dessen ganzen Bereich verbreitet.

Vielleicht gehen ähnliche Vorgänge mit dem Stoffwechsel in jedem Ei, in jeder Zelle Hand in Hand.

Man hat mehrfach in Zellen eine Bewegung des Protoplasma von der Peripherie nach dem Kern und im umgekehrten Sinne beobachtet. Und Kölliker hat schon in Rücksicht auf die porenführende Keimbläschenmembran, welche er bei Gadus lota fand, und

---

1) Hält man zu den Angaben Pflüger's vom inneren Dotter die Fig. 2, Taf. I der Entwickelungsgeschichte des Kaninchens von Bischoff, wo ein Kaninchendotter mit „fleckigem Aussehen“ abgebildet ist, welche Abbildung auffallend mit den oben citirten von His und Clark übereinstimmt, und wie diese mit den meinigen leicht auf dasselbe Object zurückzuführen ist, so tritt die Vermuthung sehr nahe, dass der centrogene Dotter ein allgemeines Vorkommen sei.

2) E. van Beneden sagt in Rücksicht auf die Bildung des Nahrungsdotters: „L'oeuf cellule protoplasmatique vivante, est baignée par le liquide nourricier, qui imprègne tous les tissus; il peut puiser dans ce liquide les matériaux dont il a besoin pour élaborer ces matières nutritives, tout comme une cellule salivaire puise dans le liquide nourricier les matières dont elle doit former son produit.“

in Rücksicht auf den radiär-röhrigen Bau des Nahrungsdotters vom Hechtei, wie er von Reichert[1]) beschrieben worden ist, die Frage aufgeworfen, ob sich der Säftestrom in den Zellen nicht innerhalb radiärer Bahnen bewege.

In der streifigen Umhüllung des Keimbläschens, welche ich beim Ringelnatterei gefunden habe zu einer Zeit, wo das Keimbläschen noch eine centrale Lage hatte, dürfen wir wohl eine weitere hierher gehörige Thatsache erkennen. Gleichzeitig hat Oellacher[2]) im Forellenei eine Bildung getroffen, welche er für eine porenhaltige Hülle des Keimbläschens anspricht.

Sei dem wie ihm wolle, jedenfalls ist das Wachsthum des Reptilieneies ein centrifugales.

Diesem Satz scheinen mir auch die langen Fortsätze des Follikelepithels nicht zu widersprechen. Entweder sind dieselben in ihrer ganzen Länge in das Ei hineingesprosst, oder sie sind, da sie durch die Poren etwas in das Ei hineinragten, bei der Vergrösserung desselben zu grösserer Länge gewissermassen ausgezogen worden.

Welcherlei Einrichtungen sind nun aber gegeben, um der grossen Menge von Ernährungsmaterial, deren das Ei zu diesem Wachsthum bedarf, den Eintritt in dasselbe zu ermöglichen?

Es sind meiner Ansicht nach die mit ihren Fortsätzen in den Dotter hineinragenden Follikelepithelzellen, welche eine Zeit lang die Wege für das Ernährungsmaterial des Eies abgeben.

Mit dem Schwinden der Granulosazellen werden die Poren der Eihüllen frei, in welchen jene Fortsätze steckten, und jetzt sind offene Kanälchen zum Zweck der Ernährung und Abscheidung gegeben.

---

1) Müll. A. 1857. Man vergl. auch Pflüger a. a. O. S. 79, wo dem inneren Dotter des Katzeneies eine strahlige Beschaffenheit zugeschrieben wird: man sehe, sagt Pflüger, wie Fortsätze mit scharfer Abgrenzung an verschiedenen, doch nicht an zahlreichen Stellen von dem inneren Dotter ausgehen und bis zur Zona pellucida reichen. Man könnte dies, äussert er weiter, auch so auffassen, dass man sagt, es bestände im Ei um das Keimbläschen eine Höhle, welche durch radiär verlaufende, sich allmählig verjüngende Kanäle mit der Zona pellucida zu communiciren scheint.

2) Dieses Archiv Bd. VIII, S. 1.

Die Trichterzellen stellen, wo sie vorkommen, solche Kanälchen schon her so lange das Follikelepithel noch vorhanden ist.

Es spielt das Epithel u. a. im Darmkanal nachweislich die Rolle eines Filtrationsapparates, indem dasselbe bestimmte Stoffe durch sich hindurchtreten lässt, andere zurückhält.

Ob nun die Granulosazellen nach Analogie solcher Epithelien nach Auswahl Stoffe aufnehmen, um sie wieder an das Ei abzugeben, dürfte schwer zu entscheiden sein. Dennoch wird man voraussichtlich nicht allzusehr in die Ferne schweifen, wenn man die Thatsachen, welche die Resorptionsthätigkeit gerade des Darmepithels an die Hand gibt, wenigstens theilweise hierher zu übertragen versucht[1]).

Die protoplasmatischen Granulosazellen dienen wohl nur der Zufuhr, die Saftröhrchen und die Poren aber auch der Ausscheidung von Stoffen.

Es muss demnach dem Follikelepithel eine grosse Bedeutung für das Wachsthum des Eies zugeschrieben werden. Es frägt sich aber, ob es an demselben nicht doch noch einen mehr activen Antheil nimmt, ob es nämlich nicht, nachdem es seine Rolle als Leitungsapparat für Zufuhr und Abfuhr und vielleicht als Filtrationsapparat erfüllt hat, durch die Poren der Eihüllen, bezw. durch die eigenen, in den Poren steckenden Fortsätze, welche Röhrchen darstellen, vom Ei gewissermassen

1) Die Cylinderzellen des Darmkanals lassen bekanntermassen zwar sehr leicht Fett durch, sehr schwer aber irgend welche der Ernährung nicht dienende Dinge, z. B. die feinen Körnchen gefütterter Farbstoffe. Obgleich andererseits die Becherzellen dem Darmlumen offene Mündungen zukehren, so tritt während der Verdauung doch niemals Fett in sie hinein. Dieses nehmen die geschlossenen protoplasmahaltigen Cylinderzellen auf. Aus beiden Gründen müssen besondere physikalische (?) Beziehungen zwischen dem Protoplasma der letzteren und dem Fett vorhanden sein, welche dessen Aufnahme bedingen (vergl. m. Aufsatz: „Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption“ in Virch. A. Bd. XLVIII, S. 164 ff.). Wahrscheinlich ist aber, dass die Becherzellen, nachdem sie einmal zu Saftröhrchen geworden sind, doch in ausgedehntem Masse der Resorption dienen und zwar in gleicher Weise überall, wo sie vorkommen, nicht allein im Darmkanal, indem sie vielleicht den raschen Eintritt von wässerigen Flüssigkeiten in's Gewebe gestatten; und möglich ist, dass auch den Trichterzellen des Follikelepithels demnach eine besondere Bestimmung dieser Art zukommt, abgesehen von derjenigen für die Excretion.

aufgesaugt wird, so dass es allerdings zuletzt noch in diesem aufginge. Auf diesen Gedanken führt das allmählige Zugrundegehen desselben, welches Gegenbaur beim Huhn freilich nur als eine den Austritt des Eies aus der Theka befördernde Erscheinung betrachtet, indem er dem Epithel jeden Antheil am Eiwachsthum abspricht.

Es scheint mir aber, dass die Möglichkeit einer Umwandlung des Inhalts der Granulosazellen in Dotter in dieser Weise, allerdings auch nur in dieser, nicht von vorn herein von der Hand gewiesen werden kann.

Da das Epithel sich nicht vermehrt, so würde das Material, welches so dem Ei zugeführt wird, immerhin nur äusserst wenig zu dessen Vergrösserung beitragen können. Und selbst dieses Wenig wird noch dadurch beschränkt, dass diejenigen Zellen, welche in Saftröhrchen verwandelt werden, ihren Inhalt nachweislich nach aussen entleeren. Am Ringelnatterei erleiden aber nach und nach fast sämmtliche Granulosazellen diese Umwandlung, und so wird es wieder sehr fraglich, ob jene Möglichkeit sich irgendwo verwirklicht.

Es scheinen demnach keine durchschlagenden Beweise gegen den vorhin ausgesprochenen Satz aufgestellt werden zu können, dass das Ei gleich jeder Zelle sein Ernährungsmaterial direct aus dem Kreislauf bezieht.

Der ungeheure Umsatz, welcher in Organismen statthaben muss, die sich in kurzer Zeit so bedeutend vergrössern, wie die meroblastischen Eier, wird nun wohl nothwendig auch Excretionsprodukte liefern.

Man könnte daran denken, den durch Saftröhrchen und Poren aus dem Ei hinaustretenden Dotter geradezu als ein solches anzusehen. Seine Herkunft und seine Eigenschaften sprechen jedoch dafür, dass er vielleicht nur als Ueberschuss von Ernährungsmaterial aufgefasst werden darf.

Er stammt nämlich wenigstens bei den Reptilien, wie wir wissen, vom centrogenen Dotter.

Damit berührten wir die Frage, welche Bedeutung diesem zuzuschreiben sei.

J. V. Carus hat, wie früher bemerkt, ein wahrscheinlich mit dem centrogenen Dotter identisches Produkt des Spinnen- und des Froscheies als Bildungsdotter gedeutet.

Was jedoch von dem Verhalten des centrogenen Dotters schon angedeutet ist, und was ich noch darüber sagen kann, spricht mehr für eine untergeordnete Rolle.

Der centrogene Dotter zeigt ursprünglich Eigenschaften, welche darauf hinweisen, dass er aus Eiweiss bestehe. Mit der Zeit aber erleidet er offenbar eine theilweise Umwandlung in Fett, denn seine Elemente färben sich dann durch Osmiumsäure braun oder schwarz, erweisen sich demnach als Nahrungsdotter. Besser werden sie jedoch unter dem Begriff Deutoplasma geborgen werden, unter welchem E. van Beneden das Ernährungsmaterial des Eies zusammengefasst hat, in der Absicht, die Bezeichnungen Bildungs- und Nahrungsdotter zu verdrängen, weil auch in ersterem Ernährungsmaterial auftritt, und um den Gegensatz zwischen primär und secundär gebildetem Dotter hervorzuheben. In Rücksicht auf dieses Ernährungsmaterial des Bildungsdotters, wohin offenbar die von mir unter dem Namen Fettschale besprochene Schicht gehört, könnte man den centrogenen Dotter als centrogenes Deutoplasma bezeichnen.

Bevor ich, soweit mich meine bisherigen Untersuchungen hierzu berechtigen, positiv Stellung nehmen kann zu der Frage, welche Deutung dem meroblastischen Ei gegenüber dem holoblastischen zukommt, muss ich mich noch über die Bedeutung zweier Dinge äussern, welche ich im letzten Artikel beschrieben habe, nämlich über diejenige des Maschennetzes im Ei und über jene eigenthümlichen Veränderungen, welche im Keimbläschen zu gewisser Zeit vorgehen.

Dass erhärtende Flüssigkeiten an so zarten Gebilden, wie sie junge Eier sind, allerlei ungereimte Veränderungen hervorbringen können, ist natürlich. Insbesondere könnte Alkohol auf das Protoplasma derselben ebenso wirken, wie gewisse Reagentien, besonders Säuren, welche, wie Pflüger[1]) berichtet, im Protoplasma von Säugethiereiern, und sogar im Keimbläschen, durch Gerinnung eine Art Maschennetz erzeugen.

Man möchte geneigt sein, das aus dem Ringelnatterei beschriebene Maschennetz als in diese Kategorie gehörig zu betrachten. Nun ist dasselbe allerdings an Eiern, welche in Alkohol erhärtet wurden, sehr schön zu sehen. Ich habe aber im Vorstehenden, wie ich hier ausdrücklich hervorhebe, nirgends Angaben gemacht, welche

1) A. a. O. S. 50.

sich auf Alkoholpräparate beziehen, ausser da, wo dies ausdrücklich bemerkt ist, und auch dann nur hülfsweise; ich habe vielmehr da, wo Durchschnitte an Eiern nöthig waren, um zu einem Einblick in deren inneren Bau zu gelangen, immer die Osmiumsäure als Erhärtungsmittel angewendet, ein Reagens, welchem man gewiss nicht den Vorwurf wird machen können, dass es rohe Veränderungen im obigen Sinne hervorrufe.

Im speciellen Falle fixirt, erhärtet dieses Reagens einfach die Ueberreste des Eiprotoplasmas, welche zwischen den auf Kosten des letzteren gebildeten Dotterelementen übrig sind. Denn an frischen Eiern kann man die dem Netz zu Grunde liegende Anordnung des weichen Protoplasmas leicht wieder erkennen. Später aber, wenn das Protoplasma bis auf feine Fäden aufgezehrt ist, haben diese auch im frischen Ei eine ziemliche Resistenz, und man findet Bruchstücke des Netzes, welches sie bilden, auch hier.

Dass wir es im Maschennetz nicht mit einer die natürlichen Verhältnisse verzerrenden Gerinnung des Protoplasmas zu thun haben, möchte der Umstand zeigen, dass dasselbe nie da auftritt, wo sich der Dotter noch nicht zu bilden angefangen hat, so trifft man es anfangs nur im Centrum des Eies. In der Rindenschicht habe ich es selbst nach deren Umwandlung in Dotter nicht beobachten können, es grenzte sich vielmehr stets äusserst scharf gegen dieselbe ab (vergl. Fig. 16)[2].

Dass vorübergehend und auf bestimmte Gegenden beschränkt im Ei eigenthümliche Consistenzveränderungen des Protoplasmas entstehen können, beweist das Auftreten der so merkwürdigen inneren Rinde, welche ich mir bis jetzt wenigstens nicht anders als durch solche entstanden denken kann.

Die successiven Veränderungen, welche das Maschennetz Hand in Hand mit der Vergrösserung der Dotterelemente erlitt, haben den Beweis geliefert, dass letztere wirklich auf Kosten des Eiprotoplasmas entstehen.

Ausserdem aber scheint mir dasselbe nicht unwichtig zu sein für die Beurtheilung der Fadennetze, welche man an erhärteten

1) Ich sage dies besonders auch mit Beziehung auf die über die innere Rinde auf Seite 223 gemachte Angabe.

2) Vielleicht bezieht sich die Stelle bei Clark auf Seite 461, wo er von sponge-like meshes im frischen Schildkrötenei spricht, auf die hier behandelten Dinge.

Präparaten anderwärts trifft (Retina[1]), graue Substanz der Centralorgane des Nervensystems, sogen. Winterschlafdrüsen der Säuger[2]).

Die Umwandlung des Keimbläscheninhalts endlich, welche ich im vorigen Artikel beschrieben habe, deutet, wie ich annehmen muss, auf dessen Untergang im Ei der Ringelnatter hin. Und zwar erleidet dasselbe jene Veränderungen jeweils sehr frühe, denn ich traf dieselben schon in Follikeln von 2,5 Mm. Dickendurchmesser. Es muss also hier das Keimbläschen lange vor der Befruchtung zu Grunde gehen[3]).

Die Angaben Oellacher's, welcher das Keimbläschen im Forellenei ebenfalls schon vor der Befruchtung schwinden lässt, und die meinigen bestätigen sich gegenseitig in Beziehung auf diese Frage, welche von Einfluss sein muss auf die weitere, ob und wie lange die Eier mit partieller Dotterfurchung als Zellen zu betrachten seien.

Nach dem Vorstehenden kann ich das Reptilienei nicht als zusammengesetztes Gebilde im Sinne Waldeyer's auffassen.

Das Follikelepithel nimmt an seiner Vergrösserung keinen nachweisbaren activen Antheil. Es wächst wie jede Zelle oder wie jeder selbstständige Organismus wächst, durch Assimilirung von aussen aufgenommenen Ernährungsmaterials.

Es scheidet auch Stoffe aus, und vielleicht darf diese Ausscheidung gleichfalls verglichen werden derjenigen selbstständiger Organismen.

Aber es ist das Reptilienei auch nicht zeitlebens eine einfache Zelle, wie Gegenbaur will.

Nachdem das Binnenepithel in ihm entstanden ist, muss es als Zelle mit endogener Brut betrachtet werden.

Nun scheint aber das Binnenepithel auch in holoblastischen Eiern vorzukommen, vielleicht sogar im Säugethierei, wie gewisse Bemerkungen Pflüger's vermuthen lassen möchten[4]). Es muss

---

1) Bes. M. Schultze, Obs. de ret. struct. pen. Bonn 1859.

2) Vgl. Hirzel und Frey, Z. f. w. Zool. Bd. XII, Taf. XII, Fig. 4, d u. S. 172. Hier liegen die Fetttropfen des Organs in dem Gitterwerke von Fäden.

3) In diesem Punkte widersprechen sich die Ergebnisse, welche E. van Beneden erlangt hat, und die meinigen, denn E. van Beneden ist der Ansicht, dass das Keimbläschen in keinem Ei schwinde.

4) Vgl. Pflüger a. a. S. 115.

der Zukunft vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob nicht beide, die Eier mit partieller, wie die mit totaler Datterfurchung eine Zeit lang Zellen mit endogener Brut sind.

Den grössten Theil seines Wachsthums macht das Reptilienei erst nach Zugrundegehen seines Keimbläschens durch, — es kann jetzt nicht mehr als Zelle aufgefasst werden, wenn eine Zelle ihre Eigenschaft als solche mit dem Kern verliert.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVIII.

Allgemeine Bezeichnungen: Ch Chorion, D Dotterhaut, Z Zona pellucida, R Rindenschicht.

Sämmtliche Figuren betreffen die ersten Eihüllen.

Fig. 1—5 vom Moloch horridus.

Fig. 1 von einem 2 Mm. im Durchmesser haltenden Ei;

Fig. 2—5 von Eiern bis zu etwa $3^{1}/_{2}$ Mm.

Fig. 6 von der glatten Natter (Coronella laevis).

Fig. 7 vom Huhn (2 Mm.).

Fig. 8 » » (3 Mm.) M. p. Membrana propria folliculi. G Granulosa, Zr Zona radiata.

Fig. 9 u. 10 vom Barsch, S Saftröhrchen. An ihrem Fuss, dem Chorion aufsitzend, Zöttchen.

Fig. 11 u. 12 vom Weissfisch. Fig. 11 mit Zöttchen. Fig. 12 die Zona aufgeblättert und durch Längs- und Querstreifung gitterartig gezeichnet.

Fig. 13 vom Karpfen.

Die feineren Strukturverhältnisse der Drüsen im Muskelmagen der Vögel.

Von

Dr. Robert Wiedersheim.

Hierzu Taf. XIX.

Es ist noch nicht lange her, dass nach den bahnbrechenden Unternehmungen Hering's über die Leber Langerhans und Saviotti beim Pankreas nachgewiesen haben, dass das Lumen der Drüse keineswegs den ersten Anfang des Drüsengangs repräsentirt, sondern dass vielmehr Fortsetzungen desselben es sind, welche sich zwischen die Secretionszellen hineinerstrecken, um dort die ersten Abflusswege für die Secretmasse zu bilden. Während Langerhans diese Kanäle bis an die Propria gehen und dort blind endigen liess, will Saviotti (Untersuchungen über den feineren Bau des Pankreas. Dieses Archiv Bd. V, 1869) beobachtet haben, dass viele derselben durch Schlingenbildung zwischen Propria und Zelle sich gegenseitig in Verbindung setzen.

Mag es sich nun so oder so verhalten, so ist doch immer im Auge zu behalten, dass es sich beim Pankreas sowohl, als bei verschiedenen anderen Drüsen, z. B. den Thränen- oder Speicheldrüsen (Boll, Pflüger), welche auf ihr Kanalsystem untersucht worden sind, immer um Interzellularräume handelt, welche die Injection erforderten, um genau studirt werden zu können; die Natur selbst bot in keiner Weise die Hand dazu, das Verhältniss der Secretmasse zum Zellprotoplasma genau sicher stellen zu können.

Um so lieber folgte ich einer Einladung des Herrn Prosector Dr. Hasse, mich mit den Drüsen im Muskelmagen der Vögel ein-

gehender zu beschäftigen, in welchem er, wie schon seine Arbeit „Beiträge zur Histologie des Vogelmagens“ (Henle's Zeitschrift f. r. M. Bd. 28) beweist, auf ein eigenthümliches Verhalten des Secrets zu den Zellen aufmerksam geworden war. Derselbe hat mir bei Ausarbeitung dieses Themas in freundlichster Weise seine Unterstützung zu Theil werden lassen, wofür ich ihm hiermit meinen wärmsten Dank ausspreche!

Während nun die oben genannten Forscher es mit injicirbaren Kanälen zu thun hatten, stiess ich hier auf eine natürliche Injection insofern, als das Secret, welches schon innerhalb des Drüsenlumens eine relativ bedeutende Consistenz zeigt, die Injectionsmasse repräsentirt und sich als solche bis in die feinsten Interzellularräume hinein isoliren lässt. Es sind dies Verhältnisse, wie sie meines Wissens bis jetzt noch nirgends in der Reihe der höheren Wirbelthiere ein Analogon gefunden haben, wenn sie nicht mit den Befunden Leydigs (Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872) und Eimers (Untersuchungen über die Reptilien. Dieses Archiv Bd. 8, 1872) an den Eischalen der Reptilien in Parallele zu bringen sind. Hier werden von Beiden Fasern beschrieben, welche an den Enden angeschwollen und hakig gekrümmt erscheinen. Auch Weinland beobachtete sie und glaubte ihre Entstehung so deuten zu können, dass er eine Zelle nach einer Seite hin in eine sehr lange Faser sich fortsetzen liess. Nach Leydig kann von einer solchen Entstehungsweise nicht die Rede sein und sollen diese Fasern nach ihm in die Gruppe der Zellenabscheidungen, d. h. der Cuticularbildungen gehören. Er lässt sie von den Zellen der Leitungsröhren abgesondert werden und sagt dabei, dass sie von einem weicheren Zustand bald in den des harten oder chitinisirten übergehen, wodurch sie die scharfen Linien und ihre Widerstandsfähigkeit gegen Reagentien erhalten.

Der Verlauf dieser Arbeit wird zeigen, wie nahe es für mich lag hier an analoge Verhältnisse zu denken, ohne dass ich jedoch behaupten möchte, dass es sich wirklich so verhält. Jedenfalls ist es von nicht zu unterschätzendem Werthe, dass in den Drüsen im Muskelmagen der Vögel eine Materie vorliegt, welche ganz dazu geeignet ist, durch den ihr — sit venia verbo — von der Natur verliehenen Pass Anspruch zu machen auf die Eigenschaften eines Zellenprodukts, also einer Cuticularbildung, welche mit Bezug auf ihre Structur, wie gesagt, an die in der Schale des Reptilieneies vor-

kommenden Fasern erinnert, die, wie aus den Befunden jener Forscher hervorgeht, dem elastischen Gewebe nahe stehen.

Sollte es sich herausstellen, wie es nach Weinlands und Leydigs Beobachtungen den Anschein hat, dass die Bildungsweise dieser Fasern eine ähnliche, wie an dem von mir untersuchten Objecte ist, sei es, dass die Fasern als Umwandlungsprodukt des Zellprotoplasma oder als Cuticularabscheidung, wie in meinem Falle, anzusehen sind, so wäre das um so interessanter, weil Donders und Virchow annehmen, dass die elastische Fasermasse grösstentheils nicht als Differenzirungsprodukt der Intercellularsubstanz anzusehen ist, sondern als ein Umwandlungsprodukt des Protoplasmas eines Theils der Bildungszellen der Bindesubstanz. Dazu kommt noch, dass Hasse nach seinen Beobachtungen an der Basilarmembran der Schnecke und dem embryonalen Ligamentum nuchae annimmt, dass die elastischen Fasern als eigenthümliche Cuticularabscheidung, wie hier in den Drüsen des Muskelmagens, eines Theils der embryonalen Bindegewebszellen aufzufassen seien, deren Protoplasma aber, im Gegensatz zu meinem Objecte, nach vollendeter Bildung der elastischen Fasern verschwindet und somit dasselbe für sich ohne Andeutung der ursprünglichen Bildungssubstanz bestehen lässt.

Ein weiterer Punkt, der mir wohl der Beachtung werth erscheint, wäre der, dass Cuticularbildungen, bei den höheren Thieren wenigstens, gewöhnlich nur an freien Zelloberflächen beobachtet werden, während wie beim elastischen Gewebe innerhalb von Zellenmassen (Hasse) so hier eine Cuticularbildung statt flüssigen Secrets in einer Drüse vorhanden ist. Wir sehen somit, dass die Grenze zwischen Drüsensecret und an freier Oberfläche ergossener Cuticula eine sehr labile ist, was um so weniger befremden dürfte, als ja die Drüsen als Einbuchtungen der freien Schleimhautfläche aufzufassen sind.

Wie ich schon in meiner vor kurzem erschienenen Dissertation flüchtig berührte, hat auch Schwalbe (Beiträge zur Kenntniss der Drüsen in den Darmwandungen, insbesondere der Brunnerschen Drüsen. Dieses Archiv Bd. 8. 1871) in letzter Zeit an den Brunnerschen Drüsen Resultate erhalten, welche in mancher Beziehung an das von mir Gefundene erinnern. Auf die Detailverhältnisse werde ich an Ort und Stelle zu sprechen kommen und hebe hier nur übersichtlich die Hauptpunkte hervor.

Einmal hat das von ihm beschriebene polygonale Maschenwerk in den Drüsen vom Bau des Pankreas im Duodenum des Kaninchens überraschende Aehnlichkeit mit dem Reticulum, welches die Drüsen des Muskelmagens überzieht und ferner ist es Schwalbe nie gelungen, die interzellulären Kanäle zu injiciren, vielmehr fand er sie mit einer „homogenen, glänzenden, Substanz" ausgegossen, welche er als Kittsubstanz aufzufassen geneigt ist. In wie fern mich diese letztere in ihrem Verhalten zu den einzelnen Zellen an meine eigene Beobachtungen erinnerte, kann ich erst später erörtern und will hier von den Zellen nur so viel sagen, dass dieselben, was ihre äussere Configuration, ihren hackenartigen Fortsatz und endlich ihr Verhalten gegen Reagentien anbelangt, im wesentlichen mit dem von mir im Muskelmagen vorgefundenen Drüsenzellen zu harmoniren scheinen.

Gehe ich nun an die Betrachtung der von mir beobachteten Verhältnisse, so muss ich vorausschicken, dass ich mein Hauptaugenmerk darauf richtete, die Drüsen frei von der bindegewebigen Zwischensubstanz in möglichst vollkommen isolirtem Zustande zu erhalten. Zu diesem Zweck bediente ich mich zweier verschiedenen Methoden. Ich machte senkrecht zur freien Magenoberfläche feine Schnitte und trennte dann mit Nadeln die wie ein weisser Saum an die Cuticula anstossende Drüsenschichte von der ersteren los, worauf ich theils die vollständigen Drüsen mit allen ihren Epithelien, theils nur die weiter unten zu beschreibenden Secretbüschel zu Gesicht bekam. Eine andere Isolationsweise, die ich namentlich an Präparaten in Anwendung bringen konnte, welche 12 Tage in Müller'scher Flüssigkeit gelegen hatten, war die, dass ich die Cuticula abzog, mit welcher die ganze Drüsenschicht in Gestalt eines äusserst zarten, seidenglänzenden Filzes noch fest zusammenhing. Letztere schabte ich sorgfältig ab und brachte sie auf das Objectglas, wo ich sie durch Zerzupfen und länger fortgesetztes Schütteln in möglichst kleine Theile zerlegte. Das Resultat war, dass ich viele hundert Drüsen in vollkommen isolirtem Zustande erhielt, welche sich namentlich zum Studium des Epithels vortrefflich eigneten, während die dazwischenliegenden, von Zellen entblössten Secretbüschel, was ihre vollkommene Isolation anbelangt, weit zurückstanden hinter jenen, welche ich durch die Schnittführung erhalten hatte.

Die Drüse gleicht einem einfachen Hohlcylinder, dessen Länge ich als Mittel von 10 Messungen bei der Taube auf 403 μ feststellen konnte, wobei ich jedoch Schwankungen beobachtete von

379—454 μ. Das der Mündung zugekehrte Ende erweitert sich allmählig, während der nach dem Fundus zu schauende Theil etwas schmäler wird, bis er endlich mit einer leichten Auftreibung blindsackartig abschliesst. Die Verlaufsrichtung ist senkrecht oder in seltenen Fällen gegen die Gegend des Fundus hin leicht gekrümmt.

Durch das Mikroskop betrachtet, erhält man von der einzelnen Drüse, je nach hoher oder tiefer Einstellung zwei wesentlich verschiedene Bilder. Im ersteren Fall scheint sich über den ganzen Drüsenschlauch ein glasartig helles Reticulum auszubreiten, wobei in jede Masche eine Zelle zu liegen kommt. Wie ich schon früher anzudeuten Gelegenheit hatte, wird man durch dieses Bild unwillkürlich an die Drüsengangcapillaren erinnert, wie sie Schwalbe bei den Drüsen des Duodenums oder Saviotti beim Pankreas beschreibt. Auch die von Ebstein (Beiträge zur Lehre vom Bau und den physiologischen Funktionen der sog. Magenschleimdrüsen. Dieses Archiv, Bd. VI, 1870) beschriebenen hellen, polygonalen Netze in den Magenschleimdrüsen erinnern an das von mir beobachtete Balkenwerk, was um so interessanter ist, weil die Drüsen des Muskelmagens vom Vogel den Pylorusdrüsen der höheren Wirbelthiere entsprechen.

Die einzelnen Maschen schienen mir anfangs keine bestimmte Form zu haben und sich regellos aneinander zu reihen. Erst später, bei der Untersuchung der feineren Detailverhältnisse, beobachtete ich, dass in der Gegend des Fundus zugleich mit dem Kleinerwerden der Maschen auch die ovale Form mehr in den Vordergrund tritt, während die Maschen in der Gegend der Drüsenmündung durchweg grösser sind und fast ohne Ausnahme eine deutlich polygonale Form erkennen lassen. Messungen, die ich mit den Maschen resp. Zellen in der oberen und unteren Hälfte der Drüse anstellte, bestätigten dieses. Ueber die gewonnenen Resultate handle ich bei der Beschreibung der einzelnen Drüsenzelle ab. — Wesentlich verschieden davon ist das Bild der Drüse, welches man bei tiefer Einstellung erhält. Hierbei nämlich sieht das Auge durch die durchsichtige, die Oberfläche des Schlauchs überkleidende Zellenlage hindurch und zugleich in's Lumen der Drüse.

An die Stelle des bei hoher Einstellung sichtbar gewesenen Maschenwerks tritt bei tiefer Einstellung ein in der Längsaxe von vielen parallelen Linien durchgezogener farbloser oder auch schwach trüblicher Drüseninhalt, welcher, um mich Hasse's Ausdruck zu bedienen, „büschelartig“ gegen den Drüsenfundus auszustrahlen

scheint. Ich wurde dabei an die schon oben erwähnte Arbeit Schwalbe's erinnert, welcher, nachdem er den Brunner'schen Drüsen des Schweins Kalilauge zugesetzt hatte, ebenfalls eine „eigenthümlich streifige Anordnung" des Alveoleninhaltes zu notiren hatte.

Auch bei der Entleerung des letzteren, nach dem Platzen der Membr. propria, macht er auf eine „feinstreifige, in der umgebenden Flüssigkeit sich alsbald büschelförmig ausbreitende Substanz" aufmerksam. Ob ich dies für Andeutungen ähnlicher Verhältnisse zu halten berechtigt bin, wage ich nicht zu entscheiden, und begnüge mich, die Sache nur berührt zu haben.

In gleicher Ebene mit dem Secretbüschel treten die an den Rändern der Drüse erscheinenden Secretzellen in vollkommener Profil-Ansicht zu Tage, wobei nicht schwer zu erkennen ist, dass jede einzelne der letzteren mit einer jener oben angedeuteten parallelen Linien in Verbindung tritt, wodurch ich Hasse's Vermuthung, als stände jedes Secretströmchen mit einer Zelle in Verbindung, bestätigen kann. — Ein solches Bild, wie man es bei tiefer Einstellung erhält, kann an den Bau einer Kornähre erinnern, wobei die Spelzen den Zellen entsprechen, nur dass diese gerade die umgekehrte Richtung zur Längsaxe einnehmen wie jene.

Fig. 1 zeigt eine isolirte Drüse bei hoher, Fig. 2 eine solche bei tiefer Einstellung.

Unmittelbar unter der Cuticula hängen die Drüsen durch kurze, spitzbogige Verbindungsstücke untereinander zusammen, welch letztere als Ausdruck der freien Schleimhautfläche des Magens aufzufassen sind und ebenfalls polygonale Zellen tragen.

Die schönsten Bilder isolirter Drüsen erhielt ich an frischen Präparaten und dann an solchen, welche 8 Tage in Müller'scher Flüssigkeit, oder 3 Tage in Jodserum gelegen hatten; auch dreitägiges Einlegen in eine dünne Chromsäurelösung liefert schöne Resultate.

Auf Essigsäurezusatz schrumpft die Drüse und lässt die Zellkerne deutlicher hervortreten, was auch bei Behandlung mit Salzsäure der Fall ist, nur dass die schrumpfende Drüse dabei ungleich dunklere Conturen annimmt, während der Secretstrom im Lumen klar und deutlich wie ein die ganze Drüse durchziehendes, weisses Band hervortritt. — Kali caust. macht die Grenzen zwischen den Maschen und den eingelagerten Zellen undeutlich, was auf die Quellung zurückzuführen ist.

Was den Inhalt der Drüsen betrifft, so zeigt sich das Lumen erfüllt von einer zähflüssigen, glasartigen Materie, welche aber keineswegs homogener Natur ist, sondern schon bei schwacher Vergrösserung von jenen obenerwähnten parallelen Streifen durchzogen erscheint, welche sich vom Fundus bis zur Drüsenmündung und selbst noch mehr oder weniger weit in die Cuticula hinein verfolgen lassen.

Um zu einer genaueren Kenntniss dieser Secretmasse zu gelangen, ist es sehr zweckmässig, diese sowohl innerhalb der Drüse als ausserhalb derselben, also in isolirtem Zustand zu betrachten. Das Secret innerhalb der Drüse kommt am besten zur Anschauung bei der schon früher besprochenen tiefen Einstellung. Auch bei einer vollkommen conservirten, also rings von Zellen umsäumten Drüse lässt sich mit leichter Mühe erkennen, dass das, was ich bisher mit dem Ausdruck „parallele Streifen" bezeichnet habe, Einzelströmchen sind, welche zu jeder der wandständigen Zellen in gewissem Rapport stehen. Dies tritt noch viel prägnanter da hervor, wo man Drüsen erhält, welche an dieser oder jener Stelle eingerissen sind; hier, wo mehr oder weniger Zellen zu Grunde gegangen oder herausgefallen sind, liegen die Secretfäden blos und erscheinen an jeder Stelle, welche einer verloren gegangenen Zelle entspricht, leicht verdickt und abgerissen. (Vergl. das obere und untere Endstück von Fig. 2.)

In welche Beziehung das bei hoher Einstellung erscheinende wabenartige Gefüge der Drüsenoberfläche zu den bei tiefer Einstellung im Lumen gerade oder wellenförmig und wohl auch spiralig verlaufenden Secretfäden zu bringen ist, lässt sich erst näher erörtern, wenn die Zelle in ihrer Beziehung zum einzelnen Secretfaden geschildert werden wird.

Um das Secret im isolirten Zustand zu erhalten, bediente ich mich ganz derselben Präparationsmethoden, wie ich sie zur Isolation der Drüsenschläuche angewendet habe; neben vollkommenen Drüsen erscheinen, wie oben bemerkt, immer auch isolirte Secretbüschel, welche besonders da einen charakteristischen Eindruck machen, wo sie noch in der Continuität mit der Cuticula bis zum Fundus hinab gesehen werden. Man kann dabei einen Vergleich machen mit einem feingezähnten Kamm, wo dann die Cuticula dem Griff desselben entsprechen würde. Fig. 3.

Im wesentlichen sind es 3 verschiedene Grade der Isolation, welche erreicht werden können.

Das einemal erhält man — und dies ist in der bei weitem grössten Anzahl der frischen Präparate der Fall — ein Secretbüschel von der Form eines stumpf auslaufenden Kegels, dessen scharf abgeschnittene Basis der Stelle entspricht, wo die Lostrennung von der Cuticula stattgefunden hat. Fig. 4, C.

Jeder einzelne Faden verläuft mehr oder weniger gerade, jedoch werden namentlich an der Stelle, welche dem Drüsenfundus entspricht, häufig Strömchen von wellenförmiger oder exquisit korkzieherartiger Windung angetroffen, was ich mir folgendermassen erkläre: Während die Secretion in der Drüse ihren steten Gang weiter ging, war der Abfluss durch irgend welchen Umstand gehemmt; der Secretfaden musste sich also winden, um Raum zu bekommen.

An den Rändern des Büschels, sowie auch hier und da im Innern desselben erscheinen leichte Verdickungen, welche jedesmal dem Ende eines Fadens zu entsprechen scheinen. Fig. 4.

Während das eben beschriebene Secretbündel aus einer Reihe von gerade oder wellenförmig parallel nebeneinander verlaufenden Einzelströmchen besteht, erhält man bei anderen Präparaten ein Bild des Secretzapfens, welches ein stacheliges Aussehen trägt und an ein zerrissenes Netz erinnert. Dabei ragen die Bruchstücke der eingerissenen Maschen wie kurze Borsten an der Oberfläche des Secretzapfens empor und verleihen dem Ganzen einen rauhen Charakter. Fig. 5 zeigt einige solcher unvollkommen isolirter Secretbüschel bei schwacher Vergrösserung.

Eine vollkommene Isolirung gelang mir nur in äusserst seltenen Fällen, bot aber dann ein sehr charakteristisches Bild dar, welches an die feinste Filigranarbeit erinnert. Das Secret repräsentirt hier einen getreuen Ausguss des ganzen Drüsenschlauchs bis in die Interzellularräume hinein, was bei der zuletzt beschriebenen Form nur in unvollkommenem Grade der Fall war.

Bei hoher Einstellung erscheint das oben beschriebene, zellenfreie Reticulum, während die Ränder der Drüse auf den ersten Anblick wie mit horizontal abstehenden Stacheln besetzt erscheinen. Bei tiefer Einstellung verschwinden die Maschen, zu gleicher Zeit aber wird man gewahr, dass man es an den Rändern keineswegs (im Gegensatz zu dem zuletzt betrachteten Isolationsgrad) mit stachelartigen Gebilden, sondern einfach wieder mit Maschen zu thun hat, welche in Profilansicht erscheinen.

Die dellenartig vertieften Maschen reihen sich regellos aneinander und zeigen, was Form und Grösse anbelangt, die bei Betrachtung der isolirten Drüse besprochenen Variationen. Die Länge eines vollständig isolirten Secretzapfens steht, wie sich auch von vornehereïn nicht anders erwarten lässt, nicht weit hinter jener des ganzen Drüsenschlauches zurück. (Drüse minus Epithel gleich Secretzapfen.)

Es muss sich unwillkürlich die Frage aufdrängen, wodurch sind diese verschiedenen Isolationsgrade bedingt?

Die natürlichste Erklärung schien mir anfangs die zu sein, dass, je älter das Präparat, desto höher der Erstarrungsgrad des Secrets und desto leichter dessen vollkommene Isolation bis in die feinsten Interzellularräume hinein. So plausibel dies auch klingen mag, so wurde ich doch wieder zweifelhaft, als es mir auch bei einem ganz frischen Präparat (Columba domestica) gelang, den Zapfen eben so vollständig, ja ich kann sagen, noch schöner isolirt zu erhalten, als mir dies vorher bei einem über ein Jahr alten Alkoholpräparat geglückt war. Fig. 6.

Jedenfalls ist daraus zu ersehen, dass das Secret, kaum aus der Zelle getreten, schon eine relativ bedeutende Consistenz besitzen muss. Dass dieser Erstarrungsgrad keine postmortale Erscheinung ist, lässt sich am besten an jenen Präparaten beweisen, welche, nachdem ich sie dem noch lebenswarmen Magen entnommen hatte, dennoch jene korkzieherartig gewundenen Secretströmchen im Fundus der Drüse erkennen liessen, ohne dass ich Reagentien angewendet hätte.

Die klarsten Netzbilder erzielte ich durch dreitägiges Einlegen in Jodserum, welchem eine zweitägige Behandlung mit einer dünnen Chromsäurelösung folgte. Auch ganz alte Weingeistpräparate geben schöne Bilder. Was Curschmann (Kölliker und Siebold, 1866, Bd. XVI) von der Einwirkung der Reagentien auf die Cuticula angibt, gilt im wesentlichen auch für die Secretbüschel. Die einzelnen Fasern sind selbst nach zwölfstündigem Liegen in Kali causticum noch zu erkennen, während sie durch Kochen rasch in eine homogene, gelatineartige Masse übergeführt werden. Gegen andere Reagentien verhalten sich die Büschel, ähnlich wie das elastische Gewebe, fast ganz indifferent, was besonders für die Mineralsäuren gilt. Höchstens lässt sich bei Einwirkung von Salzsäure eine langsame Contraction derselben beobachten.

Werfen wir nun einen Blick auf das Verhältniss des einzelnen Secretströmchens zu der Secretzelle:

Bei der relativ grossen Zähigkeit des von der Zelle abgehenden Secretfadens konnte ich erwarten, ihn bis in seinen ersten Ursprung vom Zellenprotoplasma beobachten zu können. Gerade hierbei stiess ich auf Eigenthümlichkeiten, welche mich, wie ich schon in der Einleitung zu bemerken Gelegenheit hatte, an die Befunde Leydigs und Eimers an den Schalen der Reptilieneier erinnerten. Jeder Secretfaden zeigt an seinem peripheren Ende eine kolbenartige Verdickung, welche sich bei starker Vergrösserung als ein kleines Hohlgebilde darstellt. Dieses legt sich demjenigen Abschnitte der Zelle an, welcher dem Drüsenlumen zugekehrt ist, und erzeugt dadurch eine Kappe oder Schale, welche der Zelle aufsitzt. Diese Secretschale schiebt sich mit ihrem Boden an der Unterseite jeder in's Drüsenlumen hereinschauenden Zelle hin und zwar genau bis an die Basis eines hackenförmigen Fortsatzes, von dem später die Rede sein soll. Die Zelle ruht auf diese Weise in der Secretschale, wie irgend ein Gegenstand z. B. in der gekrümmten Hohlhand. Der Boden dieser Schale ist von unbestimmter Form, unregelmässig polygonal oder mehr rundlich, je nach der Drüsenregion, wie ich dasselbe Verhalten schon bei der Beschreibung des Maschennetzes besprochen habe. Der Grund jeder Masche ist nämlich identisch mit dem Boden der Secretschale und so gilt dasselbe, was ich über polygonale resp. ovale Maschen an der Mündung und am Fundus gesagt habe, auch hier in seinem ganzen Umfange.

Bei weitem die grösste Anzahl der frischen Präparate liefern Secretbüschel ohne Maschenwerk, oder mit anderen Worten: in der weitaus grösseren Zahl von Isolationsversuchen reissen die Secretschalen mit den Zellen ab und kommen bei geeigneter Präparation zu Hunderten zu Gesicht. Dabei erscheint die Zelle wie mit einem langen, glasartig hellen Fortsatz versehen, welcher aus Secret besteht, während am entgegengesetzten Ende ein hackenförmiger Fortsatz zu erkennen ist. Fig. 7, a.

Letzterer krümmt sich mit seiner Convexität nach unten und aussen von der Drüse, wenn man sich diese in der Längsansicht liegend denkt. Gerade bei diesen isolirten, in der Secretschale liegenden Zellen hat man gute Gelegenheit, dieselben in der reinsten Profilansicht zu Gesicht zu bekommen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die Tiefe der Schale wenigstens annähernd bestimmen

zu können. Ich fand, dass dieselbe bei den grösseren Zellen als Mittel aus 5 Messungen 6,0 μ beträgt. Die Grenze zwischen Protoplasma und Secretanfang ist nicht immer leicht zu bestimmen, jedoch lässt sich so viel sagen, dass der Uebergang kein allmähliger ist. — Je nach der verschiedenen Lage der Zelle bekommt man auch verschiedene Bilder der Secretschale. Während man oft den Eindruck gewinnt, als liege die Zelle in der Tiefe eines kleinen Schiffchens, so kann dicht daneben eine andere Zelle liegen, von welche hellen, wulstigen Rändern umsäumt erscheint; oder erhält man Bilder, wo die zu unterst liegende Zelle von einer unregelmässig gestalteten Secretplatte, deren Ränder mehr oder weniger weit über die Zelle hinausragen, überdeckt erscheint. Fig. 7, b.

Charakteristisch ist in allen Fällen der gegen das Lumen der Drüse herein sich erstreckende, schmäler und schmäler werdende Fortsatz der Schale, welcher zum Secretfaden wird und sich dem nächst über ihm liegenden zuwendet, um sich mit ihm zu verbinden. Am deutlichsten kann man dies an den Rändern von Drüsen beobachten, welche stark gekrümmt, eingerissen oder auseinandergezerrt sind. Hier stehen die Zellen weit von einander ab und sind aus ihrer ursprünglichen Lage gewichen, wodurch auch die Secretschale von ihren Nachbarinnen abgerissen erscheint. (Vergl. Fig. 2 bei α u. β.) Am frappantesten sprechen für das Verhältniss des einzelnen Secretfadens zur Drüsenzelle diejenigen Präparate, bei denen der ganze Secretzapfen bis zu demjenigen Abschnitt hin frei von Zellen erscheint, welcher dem Fundus entspricht. Dort sieht man zuweilen noch eine oder mehrere Zellen an den isolirten, lang ausgezogenen Secretfäden hängen und kann sie ungehindert durch anstossende Zellen auf's eingehendste studiren.

(Fig. 8 zeigt einen isolirten Secretbüschel aus der Gegend des Fundus. z z = anhängende Zellen. Karminfärbung.)

Der Umstand, dass die Zelle nur in einem dellenartig vertieften Gebilde ruht, welches sich eng über den Theil der Zelle herüberstülpt, welcher einerseits dem Drüsenlumen, andererseits den benachbarten Zellen zugewendet ist, lässt es begreiflich erscheinen, warum ich den Namen Schale und nicht Kapsel gewählt habe; um nämlich den letzteren Namen rechtfertigen zu können, müsste auch die der Propria zugewendete Zellenpartie von Secret umspült sein, was nicht der Fall ist, da dieselbe zur Aufnahme des später ausführlicher zu beschreibenden, hakenförmigen Fortsatzes dient.

Was das Pflasterepithel der Drüsen betrifft, so lassen sich die schon öfters angedeuteten Formdifferenzen an der Mündung und dem Fundus nachweisen. Ein Grössenunterschied existirt wirklich, wenn er auch in den meisten Fällen ein minimaler zu nennen ist; während die gegen die Drüsenmündung hin liegenden Zellen im Breitendurchmesser durchschnittlich etwa 13,6 μ und im Dickendurchmesser etwa 7,0 μ haben, beträgt der Breitendurchmesser der gegen den Fundus zu liegenden Zellen durchschnittlich etwa 9,6 bis 11,8 μ, und der Dickendurchmesser etwa 5,0 μ. Auch auf den Querschnitten zeigen sich verschiedene Höhenverhältnisse, auf die ich später noch einmal zurückkommen werde. Jede Zelle, mag sie polygonal oder oval sein, besitzt einen schönen grossen Kern, welcher fast constant einen Nucleolus einschliesst. (Vergl. Fig. 7, b.) Eine Zellmembran ist nirgends nachzuweisen, was auch mit Schwalbe's Beobachtungen an den Brunner'schen und mit Heidenhains an den Labdrüsen (Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen. Dieses Archiv 1870) übereinstimmt. Derjenige Theil der Zelle, welcher der Propria zugewendet ist, trägt, wie oben erwähnt, einen kurzen hakenförmigen Fortsatz von durchschnittlich 2—3 μ Länge, welcher an den von Schwalbe bei den Zellen der Brunner'schen Drüsen beschriebenen „spitzen, schnabelartigen" Fortsatz erinnert. Derselbe zeigt, wie jener, dasselbe Verhalten gegen Reagentien und dieselbe homogene glashelle Structur; auch legt er sich wie jener dachziegelförmig über die peripherische Fläche der anstossenden Zelle hinüber und erzeugt so in Continuität mit vielen seiner Genossen ein Bild, welches eine homogene Grenzhaut vortäuschen könnte zwischen den Zellen einer- und der später zu erwähnenden Basalmembran andererseits. (Vergl. Fig. 9.)

Was die Natur dieses hackenförmigen Fortsatzes betrifft, so spricht mehr als ein Grund dafür, ihn nicht als zum Protoplasma gehörig aufzufassen: einmal seine glashelle Structur, welche ihn scharf vom Protoplasma abgrenzt und zweitens sein Verhalten gegen Reagentien. — Auf Zusatz von Essigsäure schrumpft die ganze Zelle, während der Hackenfortsatz nicht nur unverändert bleibt, sondern sogar deutlicher als vorher heraustritt. Ueberhaupt theilt er in seinem Verhalten gegen Reagentien alle Eigenschaften des Secrets, was auch im wesentlichen für die Karmintinction gilt; jedoch habe ich darin zwischen den beiden den kleinen Unterschied wahrgenommen, dass das Secret fast immer, wenn auch viel lang-

samer als die Zellen, wenigstens einen leichten rothen Ton annimmt, was ich bei dem hackenartigen Fortsatz nie beobachten konnte. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal vom Secret ist sein geringeres Lichtbrechungsvermögen, welcher Umstand ihn auch immer scharf von der Secretschale abhebt. Dies lässt sich an Längs- wie an Querschnitten beobachten, und man erhält in beiden Fällen ein Bild, welches an eine dem Schaft entgegengekrümmte Lanzenspitze erinnert.

Ich halte mich für berechtigt, diesen Fortsatz als Cuticularbildung aufzufassen, oder mit anderen Worten: die Secretion geht auf zwei einander diametral entgegengesetzten Theilen der Zelle vor sich, einmal gegen das Lumen der Drüse unter der Form der Secretschale resp. des Secretfadens, und zweitens in der Richtung gegen die Propria zu in Gestalt des hackenförmigen Fortsatzes.

Ich kann die Betrachtung der Zelle nicht schliessen, ohne noch einmal auf Schwalbe's Arbeit zurückzukommen. Derselbe spricht von „scharfen Contouren" oder auch von einem „scharfen Saum", welchen er an dem Kernende der Zellen und an denjenigen ihrer Seiten, welche den benachbarten Zellen und dem Drüsenlumen zugekehrt sind, wahrgenommen hat.

Er selbst sagt: „Rollt man nun unter dem Deckgläschen die Zellen vorsichtig um ihre Längsaxe, so sieht man sehr deutlich, dass diese scharfen Linien durchaus nicht Durchschnitte einer Membran, sondern wirklich nur schmale, auf der Oberfläche der Zelle aufliegende Streifen einer homogenen glänzenden Substanz darstellen." „Die erwähnten Streifen sind überall von messbarer Breite und zerbröckeln sehr leicht, so dass man sie selten unversehrt eine ganze Seitenwand einer Zelle einnehmen sieht, sondern meist nur Rudimente davon in Gestalt verschieden langer glänzender homogener Stäbchen, der Zellenoberfläche anhaftend, wahrnimmt."

Es sind mir dabei unwillkürlich diejenigen von mir beobachteten Zellen eingefallen, wo die Secretschale theilweise abgerissen war, wodurch ich ein ganz ähnliches Bild erhielt, wie es Schwalbe beschreibt, wenn er von jenen glänzenden homogenen Stäbchen an der Zellenoberfläche spricht. Auch was er über das constante Vorkommen des Hakenfortsatzes einer- und sein leichtes Abreissen sowie über die verschiedenen Grössenverhältnisse andererseits erwähnt, habe ich in seinem ganzen Umfang auch in meinem Fall

zu beobachten Gelegenheit gehabt; ferner finde ich Aehnlichkeit zwischen meinen Zellen und den von ihm mit „Keulenzellen" bezeichneten Formen, sowie mit den von Saviotti (das Pankreas) abgebildeten „centroacinären" Zellen von Langerhans, welche nach Saviotti nichts anderes darstellen, als die Anfänge der grösseren Drüsengänge, welche sie mit den Drüsenbläschen in Verbindung setzen.

Um noch einmal auf Schwalbe zurückzukommen, so liess mich namentlich der Umstand an etwas, dem von mir aufgefundenen Secretnetz Analoges denken, dass es ihm nie gelang, an frischen aus der Membrana propria entleerten Drüsen jener „Kanälchen" ansichtig zu werden. Auch mir gelang es bei alten Alkoholpräparaten ungleich häufiger, das Netzwerk bis in die feinsten Interzellularräume hinein zu isoliren, als dies an frischen Präparaten der Fall war.

Ich komme nun auf die Resultate zu sprechen, welche ich an Querschnitten erzielte.

Je nachdem man den Magen der Natatores, Gallinacei oder von Columba untersucht, erhält man verschiedene Bilder in der Lagerung der Drüsen zu einander. Ich kann die Beschreibung Hasse's bestätigen, indem auch ich bei den beiden ersteren ein gruppenweises Zusammenliegen der Drüsen beobachtete, während bei Columba und den verschiedenen Fringillaarten Drüse an Drüse liegt, ohne dass eine gewisse Regelmässigkeit in der Anordnung zu erkennen wäre.

Da die Drüsen bei Columba durchschnittlich etwas grösser sind, als bei den Gallinacei, so studirte ich nur bei jener Gattung ausführlicher die Querschnitte.

Hier begegnet man einem Maschenwerk aus dünnen Bindegewebszügen; die Maschen sind alle so ziemlich von derselben Grösse, zeigen jedoch Grössendifferenzen, je nachdem der Querschnitt die Drüsenmündung oder den Fundus getroffen hat. Wie ich schon früher bemerkte, erscheint ja der Drüsenschlauch im Längsdurchmesser betrachtet, gegen die Cuticula hin breiter werdend; dem entsprechend zeigen auch Querschnitte, welche durch die Gegend der Drüsenmündung gemacht werden, ein weiteres Lumen, als solche am Fundus.

Ebenso verhält es sich auch mit den Höhenverhältnissen der

Zellen. Die Zellenhöhe im Fundus beträgt durchschnittlich 6,0 μ. Die an der Mündung 7,0—8,0 μ.

Was das Drüsenparenchym selbst betrifft, so konnte ich es am besten studiren an Präparaten, welche ich vorher mit der Nadel zerzupft und auseinander gezerrt hatte. Dabei geschieht es nicht selten, dass man die Drüsen in der ganzen Ausdehnung ihrer Peripherie isolirt bekommt, wo sich dann die verschiedenen concentrischen Schichten in mehr oder weniger gelockertem Zustand präsentiren und in ihren Beziehungen zu einander verfolgt werden können. Am bequemsten geschieht dies vom Lumen gegen die Peripherie.

Zuerst stösst man hierbei auf das Secret, mit welchem das Drüsenlumen vollständig ausgegossen erscheint, wenigstens war dies bei allen Präparaten der Fall, welche ich drei Tage zuvor mit verdünnter Chromsäure behandelt hatte. Es besteht aus einer schwach-trüblichen Masse, welche gegen die Peripherie heller und heller wird, während im Centrum eine dunklere Partie existirt.

Je mehr man sich der Peripherie nähert, desto häufiger stösst man auf eingestreute dunkle Flecken von minimaler Grösse, welche gegen das Centrum immer spärlicher und in immer unregelmässigerer Ordnung auftreten, dagegen an den äussersten Schichten eine conzentrische Verlaufsrichtung nicht verkennen lassen. Fig. 9 α, C.

In der, wie ich glaube, richtigen Deutung dieser Verhältnisse unterstützte mich wesentlich ein durch den untersten Theil des Fundus geführter Schnitt. Ich konnte an demselben vom Centrum bis zur Peripherie jene Flecken erkennen, welche nach aussen eine mehr rundliche, gegen das Centrum eine mehr abgeplattete Form zeigten. Durch ihre namentlich an den peripheren Schichten deutlich ausgesprochene conzentrische Anordnung wurde ich zu der Ansicht geführt, dass wohl jeder Fleck einem Secretströmchen entsprechen möchte. Mit diesem conzentrischen Verlauf stimmt auch jene Stelle aus Hasse's Arbeit überein, wo er von der „conzentrischen Schichtung der Secretmasse" spricht. — Dass an Querschnitten, welche weiter gegen die Mündung der Drüse zugeführt wurden, im Centrum jene dunkle, fast ganz homogene Partie erscheint, erkläre ich mir daraus, dass diese Stelle von Secretfäden eingenommen wird, welche aus der grössten Tiefe der Drüse, also aus der Gegend des Fundus kommen, und welche dann während ihres Verlaufs unter dem Einfluss des umgebenden Secretdrucks Gelegenheit hatten, zu einer mehr compacten Masse zusammenzufliessen. Dafür spricht auch der

Umstand, dass je mehr man sich der Peripherie nähert, jene Flecken desto deutlicher und regelmässiger geordnet hervortreten, denn je weiter vom Centrum, desto jünger resp. kürzer das Strömchen, welches jedesmal einem jener Flecken entspricht.

Alte Alkoholpräparate lieferten mir nicht selten Bilder, wo das ganze Drüsensecret aus der Drüse herausgefallen war. Letzteres machte mit den von der Peripherie in radiärer Anordnung abstehenden Einzelströmchen einen äusserst zierlichen Eindruck. Fig. 9 β, S. An Präparaten, wo keine Schrumpfung der Secretmasse stattgefunden hat, trifft man letztere in unmittelbarem Contact mit den anstossenden Zellen, wie ich dies oben bei den Chromsäurepräparaten anzudeuten Gelegenheit hatte. Fig. 9, C.

Der granulirte Charakter zeigt sich an den Zellen im Querschnitt sehr prononcirt, ebenso tritt der grosse Kern mit seinem Nucleolus deutlich hervor. Gegen die Propria hin schickt jede den oben erwähnten hakenförmigen Fortsatz aus, welcher sich fast rechtwinklig zu seiner Zelle krümmt und sich bis in die Mitte der Basis der nächstliegenden Zelle herum legt. Fig. 9 α, H. Dieser Umstand, unterstützt durch die glasartige, homogene Beschaffenheit des hakenförmigen Fortsatzes und ferner ein ähnliches Verhalten der Zellen in den Brunner'schen Drüsen, wie es Schwalbe beschreibt, brachte mich anfangs zu der Ansicht, dass gerade diese wie zu einer fortlaufenden Membran sich aneinanderreihenden, hakenartigen Fortsätze eine Art von Basalmembran repräsentiren würden. Ich kam aber davon zurück, als ich Präparate erhielt, an denen die Zellen zum Theil herausgefallen oder mit ihrer Umgebung nur noch in lockerem Zusammenhang waren. Dabei beobachtete ich, wie hinter den aus ihrer gegenseitigen Stellung gewichenen Hakenfortsätzen noch eine äusserst zarte, glashelle Membran verlief, welche wohl nichts anderes ist, als eine eigentliche Basalmembran, welcher die Propria unmittelbar anliegt. Fig. 9 β, b. Die Dicke derselben konnte ich auf 3,0 μ feststellen.

Es bleibt mir nun nur noch übrig, über das Verhältniss der Secretmasse zu den einzelnen Drüsenzellen im Querschnitt einige Bemerkungen zu machen. Schon oben habe ich Gelegenheit gehabt, zu behaupten, dass der Zellenkranz und die Secretmasse in unmittelbarem Contact stehen, sofern letztere nicht geschrumpft sei. Ist letzteres der Fall, so ist dies ein wesentliches Unterstützungsmittel für das Studium der feineren Secretionsverhältnisse, indem

sich das Secret über jeder Zelle unter Bildung einer Reihe von Arkaden zurückgezogen hat, ohne jedoch seine Continuität mit den Zellen vollständig aufzugeben. Fig. 9 β, A. Letztere ist vielmehr noch vorhanden und zwar an den Seiten der Zelle, welche den benachbarten Zellen zugekehrt sind. Dort dringen feine Einzelströmchen ein, welche sich genau bis an die Basis des abgehenden Hakenfortsatzes hin erstrecken, so dass, wenn man sich alle Hakenfortsätze zu einer die Zellen umkreisenden Membran aneinander gereiht denkt, diese die eigentliche Grenze nach aussen für die Secretmasse bilden würde.

Somit liegen hier Verhältnisse vor, welche auf's lebhafteste an die Arbeit von Langerhans über das Pankreas erinnern. Wie dort, so ist es auch hier nicht das Drüsenlumen, welches den ersten Anfang des Ausführungsganges repräsentirt, sondern Fortsetzungen von diesem, welche sich bis zur Basis der Hakenfortsätze zwischen die Drüsenzellen hinein erstrecken. Wesentliche Abweichungen von diesen blinden Endigungen der Ausführungskanäle weisen die Befunde Saviotti's am Pankreas auf. Dieser lässt, wie ich schon zu Anfang dieser Arbeit angedeutet habe, jene Interzellulargänge in den meisten Fällen mit Kanälchen im Zusammenhang stehen, welche „dicht an der Membr. propria längs der Zellenränder verlaufen und benachbarte radiäre Kanälchen schlingenförmig verbinden. Für diese schlingenförmigen Verbindungskanäle kann ich also in meinen Präparaten kein Analogon aufweisen, vielmehr glaube ich auf's deutlichste nachgewiesen zu haben, dass in meinem Falle nur diejenigen Seiten der Zelle, welche benachbarten Zellen und dem Drüsenlumen zugekehrt sind, in Betracht kommen können, wenn es sich um die Beantwortung der Frage nach der Entstehungsweise der Secretschale resp. des Secretfadens handelt.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIX.

Fig. 1. Isolirte Drüse aus dem Muskelmagen der Taube. Hohe Einstellung. (Frisches Präparat.)

Fig. 2. Eine ähnliche bei tiefer Einstellung. An den Rändern erscheinen die Zellen in Profilansicht. Im Lumen sieht man die Sekretströmchen vom Fundus zur Mündung der Drüse hinziehen, während das Secretnetz der unteren Drüsenfläche schwach durchschimmert. Am Fundus sind die Zellen abgerissen; die gewundenen Secretfäden liegen bloss. Bei α und β sind die Zellen aus ihrer gegenseitigen Lage gewichen.

Fig. 3. Ein Stück der Cuticula (a) in Verbindung mit den isolirten Secretzapfen (b). Letztere lassen deutlich das Maschenwerk erkennen. (Schwache Vergrösserung. Altes Alkoholpräparat.)

Fig. 4. Unvollkommen isolirter Secretzapfen. (Geringster Grad der Isolation. C Ansatzpunkt an die Cuticula.)

Fig. 5. Zweiter Grad der Isolation eines Secretzapfens. Die bei Fig. 1 und 3 sichtbaren Maschen sind hier eingerissen und verleihen dem Ganzen ein stacheliges Aussehen. Chromsäurepräparat.

Fig. 6. Vollkommenster Grad der Isolation eines Secretzapfens. Getreuer Ausguss des Drüsenlumens. M M Maschen in Profilansicht. (Frisches Präparat.)

Fig. 7. a Isolirte Secretzellen in innigem Contact mit der Secretschale resp. Secretfaden. h h h Hakenfortsatz. b. Isolirte Zellen in verschiedenen Lagen. s s Isolirte Secretschalen.

Fig. 8. Isolirter Secretbüschel mit anhängenden Secretschalen. Im Fundus erscheinen 4 Zellen (z z), welche noch in Continuität mit ihren zugehörigen Secretfäden stehen.

Fig. 9. α Querschnitt durch ein Chromsäurepräparat von Columba domest. C Secretmasse in genauem Contact mit den Secretionszellen. B Dunkles Centrum. Gegen die Peripherie hin erscheinen die conzentrisch verlaufenden, dunklen Flecken. β Querschnitt durch ein altes Alkoholpräparat. S Das isolirte Drüsensecret. z z Isolirte Zellen. b Basalmembran. A Die von den Zellen bogenförmig sich abhebende Secretmasse; die einzelnen Secretströmchen sind aus den Interzellularräumen herausgezogen.

Zur Kenntniss der Nervenendigung in der Hirnrinde.

Von

Prof. Dr. E. Rindfleisch.

Wenn man kleine Stückchen von der Hirnrinde des Kaninchens 10—14 Tage in $^{1}/_{10}$ procentiger Ueberosmiumsäure macerirt und dann etwa 1 Woche lang in reinem Glycerin aufbewahrt hat, so sind sie zur mechanischen Zerlegung in ihre Texturbestandtheile möglichst geeignet. Man zerbröckelt sie zunächst mit grosser Schonung und wählt unter den Bruchstücken ein solches aus, welches sich von selbst als ein rundliches Fascikel etwa von der Dicke einer starken Stecknadel abgelöst hat. Dieses bringt man auf den Objectträger in einem mittelgrossen Tropfen Glycerin und bedeckt es mit einem Deckgläschen, welches an allen vier Ecken mit Wachsfüsschen versehen ist. Die Wachsfüsschen müssen so hoch sein, dass der Raum unter dem Deckgläschen nicht ganz mit Glycerin gefüllt und das Präparat unter allen Umständen vor Druck geschützt ist. Nun drückt man sanft mit der Präparirnadel da, wo das Präparat liegt, auf das Deckgläschen, hebt die Nadel aber sofort wieder auf und wiederholt diese Procedur so lange, bis das Ab- und Zufliessen des Glycerin eine solche Lockerung des Präparates (ohne Quetschung) erzeugt hat, dass es von selbst auseinanderfällt und seine Theile sich durch den ganzen Glycerintropfen vertheilt haben. Man wird dann erstaunen über den hohen Grad von Vollständigkeit, mit dem zum Exempel die Ganglienzellen zur Isolirung gelangen. Alle Fortsätze sind deutlich und die „verästelten" lassen sich bis zur Auflösung in so kleine Pünktchenreihen verfolgen, dass der Begriff des „Fädigen" ganz verschwindet und eine directe Continuität mit dem „körnigen" Kitt der nervösen Theile ersichtlich wird.

In diesen Präparaten nun finde ich in grosser Menge Endstücke markhaltiger Nervenfasern, wie ich sie in nebenstehender Figur abgebildet habe. Jedes dieser Endstücke ist auf der einen Seite varikös durch die Mark-Tröpfchen, die daran hängen, wie der Thautropfen an einem Spinnweb-Faden; nach der einen Seite aber verliert sich das



Mark und es geht ein sehr feiner Faden daraus hervor, der sich nach kurzem Verlaufe noch mehr verjüngt, dann aber plötzlich in einen Büschel feinster Fäserchen verästelt, welche wieder denselben unendlich zarten Uebergang vom „Fädigen" in das „Körnige" zeigen, wie die verästelten Ausläufer der Ganglienzellen.

Danach liegt in der Hirnrinde des Kaninchens eine doppelte Art der Endigung markhaltiger Nervenfasern vor. Die einen gehen in die Axencylinderfortsätze der Ganglienkörper über, die andern lösen sich in dieselbe körnigfasrige Substanz auf, in welche die Protoplasmafortsätze der Ganglienkörper eintauchen. Nehmen wir an, dass die einen „zuleitende", die andern „ableitende" Nervenfasern sind, so würde ein Hauptaccent auf die intermediäre körnig-fasrige Substanz fallen und diese gradezu als das Hauptglied der ganzen Kette, als „Centralnervensubstanz" erscheinen, während für die Ganglienzelle nur die ihnen von Max Schultze zugewiesene Bedeutung als Sammel- und Umlagerungsapparate für die nervöse Erregung übrig bliebe.

Erklärung der Abbildung.

Nicht-ganglionäre Endigung markhaltiger Nervenfasern in der Hirnrinde. 1 : 500.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Geschmacksorgane.

Von

Dr. Alex. K. von Ajtai

aus Pest.

In einer Arbeit „Die becherförmigen Organe der Zunge" beschreibt H. von Wyss[1]) ein auf der Kaninchenzunge jederseits von den beiden Papillae vallatae constant vorkommendes Gebilde, welches sich durch einen ausserordentlichen Reichthum an den von Loven[2]) und Schwalbe[3]) entdeckten Geschmacksknospen oder Schmeckbechern auszeichnet. Er bezeichnet es als Papilla foliata und fand dieselbe allerdings rudimentär, aber doch Geschmacksknospen enthaltend, auf der Zunge der Ratte und des Eichhorns wieder, während es ihm nicht gelang, bei den übrigen Säugethieren und beim Menschen ein Analogon derselben zu entdecken. Eine der Hauptsache nach mit den von Wyss'schen Angaben übereinstimmende Darstellung der Papilla foliata des Kaninchens gibt Engelmann in seiner Abhandlung über die Geschmacksorgane. (Handbuch der Lehre von den Geweben, herausgegeben von Stricker, p. 825.) Auch er erwähnt nicht, eine Papilla foliata mit Geschmacksknospen bei anderen Thieren gefunden zu haben.

Bei meinen Untersuchungen über diesen Gegenstand wandte

---

1) Dieses Archiv Bd. 6, p. 247.

2) Beiträge zur Kenntniss vom Bau der Geschmackswärzchen der Zunge. Dieses Archiv Bd. 4, p. 96.

3) Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere und des Menschen. Dieses Archiv Bd. 4, p. 154.

ich nun zunächst meine Aufmerksamkeit der Zunge des Menschen zu. Von älteren Anatomen, Weber in Hildebrandt's Anatomie und J. C. Mayer[1]), wird daselbst eines faltigen Gebildes am Seitenrande der Zunge Erwähnung gethan, das sie als Papilla lingualis foliata bezeichnen. von Wyss untersuchte die an der bezeichneten Stelle sich vorfindenden Falten, vermochte aber keine becherförmigen Organe darin zu entdecken. Ich bin in dieser Beziehung glücklicher gewesen und muss die erwähnten Falten auf der Zunge des Menschen für die der Papilla foliata des Kaninchens entsprechenden Gebilde erklären.

An beiden Seiten der menschlichen Zunge, dicht von der glossa buccalis, Uebergangsfalte der Zungenwurzel bis zum vorderen Drittel der Zunge, also in den hinteren zwei Drittheilen, ist die Schleimhaut in Querfalten gelegt, welche sich mit der Längsaxe der Zunge kreuzen; und zwar nimmt die Höhe dieser Falten und die Tiefe der Gruben zwischen ihnen nach vorne zu immer mehr ab. Die gefaltete Stelle ist ferner nicht scharf begränzt, hat auch keinen solch regelmässigen Rahmen, wie wir ihn bei der Papilla foliata des Kaninchens finden, so dass man sie mit Faltenbildungen verwechseln könnte, wie sie auf der Oberfläche von Schleimhäuten, die nur locker mit ihrer Unterlage verbunden und auf derselben verschiebbar sind, häufig wahrgenommen werden.

Es gelang mir jedoch, an den Seitenwandungen dieser Falten eben so gestaltete und organisirte becherförmige Organe, Deck- und Geschmackszellen aufzufinden, wie diejenigen waren, welche ich aus den Papillae circumvallatae derselben Zunge bekam, oder wie diejenigen, welche sich in den Papillae foliatae des Kaninchens vorfinden, mit dem einzigen Unterschiede, dass hier die Zahl der becherförmigen Organe gering und ihre Vertheilung eine unregelmässige ist. Ausserdem hat die Configuration der ganzen Epithelschicht denselben Charakter, wie bei den Papillae foliatae des Kaninchens und Hasen, während die eigentliche Papillarschicht hinsichtlich der Entwickelung des Bindegewebes mehr zurücktritt. — Die Geschmacksendapparate finden sich besonders im hinteren Theile der Faltenbildung, seltener schon im mittleren Theile, und im vorderen Drittheile fehlen sie gänzlich.

1) Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie etc. Bonn 1842.

Es existirt also in der That auf der menschlichen Zunge noch eine vierte Form von Papillen, welche mit Recht Papilla foliata genannt werden kann, und welche sich in Hinsicht ihrer physiologischen Bedeutung den Papillae circumvallatae anreiht; sie ist aber in ihrer Ausbildung unvollkommen und im Vergleiche mit derjenigen des Kaninchens nur rudimentär.

Eine genauere Untersuchung der verschiedenen Säugethierzungen ergab nun, dass die Papilla foliata viel verbreiteter ist, als dies von Wyss annimmt. Schon bei Schwalbe (l. c. p. 168) findet sich eine von v. Wyss nicht beachtete Angabe, dass sich beim Schweine „an jeder Seite der Zunge etwa je einen Zoll lateralwärts von der grossen Geschmackspapille eine glatte, mit tiefen unregelmässigen Furchen versehene Stelle auf der Oberfläche der Zunge, ungefähr einen halben Zoll im Durchmesser haltend", befinde, und gelang es diesem Forscher, in der Tiefe der Falten einzelne Schmeckbecher aufzufinden. Ich hatte Gelegenheit, mich von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen und muss das beschriebene Gebilde der Papilla foliata des Kaninchens vollkommen gleich setzen.

Verhältnissmässig schön entwickelt fand ich ferner diese Papillenform auf der Zunge des Pferdes, wo sie nahe zur Wurzel der Zunge an beiden Seiten derselben, näher der oberen als der unteren Fläche anzutreffen ist und die Oberfläche derselben ein wenig überragt; sie hat eine elliptische Gestalt von 1 Zoll Längen- und $^{3}/_{4}$ Zoll Breitendurchmesser; beide sind so gegen einander geneigt, dass ihre verlängerten Längsdurchmesser sich ungefähr in der Gegend der Epiglottis kreuzen. Die Papille wird gebildet von 8—10 schiefen, queren, oft S-förmig gekrümmten ungleich langen Falten.

Die Furchen zwischen den mehr wulstigen Falten sind schmal, und das ganze Gebilde ist von einer ein wenig wulstigen Erhöhung der Zungenschleimhaut wie von einem Rahmen umgeben.

Becherförmige Organe fanden sich in der Tiefe der Furchen dieses Gebildes in so grosser Menge, dass darin die Papilla foliata des Pferdes der des Kaninchens kaum nachstehen dürfte.

Auffallend waren die Verhältnisse beim Hunde. Während sich in einigen Fällen zahlreiche Schmeckbecher innerhalb einer wohlentwickelten Papilla foliata jederseits am hinteren Theile des Zun-

genrandes nachweisen liessen, fanden sich bei anderen Thieren nur Faltenbildungen wie beim Menschen mit vereinzelten Schmeckbechern, und in noch anderen Fällen war keine Spur einer Papilla foliata zu constatiren. Bei der Katze scheint eine solche überhaupt zu fehlen und finden sich an Stelle derselben eine Anzahl grosser kolbenförmiger Papillae filiformes in einer Reihe neben einander, deren schon E. Klein[1]) Erwähnung thut.

Mit völlig negativem Resultate untersuchte ich die Zunge des Schaafes, Kalbes und Meerschweinchens. Nie gelang es mir hier, ein der Papilla foliata analoges Gebilde aufzufinden. Ueberblicken wir die mitgetheilten Thatsachen, so fällt uns sofort eine Eigenthümlichkeit in die Augen, auf welche ich hier noch aufmerksam machen möchte.

Es stellt sich nämlich (wenn wir vom Meerschweinchen absehen) heraus, dass eine Papilla foliata um so entwickelter, um so reicher an Schmeckbechern angetroffen wird, je geringer entwickelt die Papillae vallatae sind. So finden wir grade bei den Thieren, die nur 2 umwallte Papillen besitzen, wie beim Kaninchen, dem Schweine und Pferde, die Papilla foliata am schönsten entwickelt. Beim Menschen und Hunde ergeben sich mittlere Verhältnisse, da hier die Zahl der Papillae vallatae eine schwankende ist, so zeigt auch die Papilla foliata dem entsprechend einen verschiedenen Grad der Ausbildung bei verschiedenen Individuen.

Bei den Wiederkäuern endlich wird durch die zahlreichen umwallten Papillen der Mangel einer Papilla foliata reichlich ersetzt.

Während der Untersuchung der Papillae foliatae des Menschen wurde ich auf 2 eigenthümliche Epithelzellenformen aufmerksam, deren ich hier noch kurz gedenken will.

Die eine Art dieser Zellen gleicht im Allgemeinen den Zellen, welche Henle in seiner Eingeweidelehre[2]) von der Spitze der Papillae filiformes beschreibt und abbildet (p. 122, Fig. 80 u. 81), oder den Zellen, welche Hoffmann[3]) und Heiberg[4]) nach Substanzverlusten des Cornealepithels bei der Regeneration desselben auftreten sahen und als knospende Epithelien deuteten. Ich fand

---

1) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, p. 372.

2) S. 122.

3) Virchow's Archiv Bd. 51, p. 373.

4) Ueber die Neubildung des Hornhautepithels. Wiener medic. Jahrbücher 1871.

deren in der ganzen Ausbreitung der Papilla foliata zwischen den gewöhnlichen Epithelien zerstreut, in grosser Menge. Sie besitzen einen scharf begränzten, verschieden grossen und gestalteten Körper, haben in dem peripherischen Theile einen homogenen, um den Kern einen fein granulirten Inhalt; der Kern enthält 1—2 glänzende Kernkörperchen. Die auffälligste Erscheinung an ihnen ist ein langer Fortsatz. Derselbe ist scharf conturirt und wenigstens so lang, wie der grösste Durchmesser der Zelle, oft aber auch um das zwei- bis vierfache länger, ferner vollständig homogen, mattglänzend, bald gerade, bald wellenartig verlaufend, hat bald ein spitzes, bald ein abgestumpftes Ende, und manche unter ihnen tragen an ihrem Ende eine kleine Kugel von gleicher Beschaffenheit, in deren Mitte ein glänzender Punkt zu sehen ist.

Meistens entspringt der Fortsatz plötzlich aus der Zelle, das heisst, er nimmt schon an der Zellengränze diejenige Dicke an, welche er auch im weiteren Verlaufe zeigt; andere haben einen breiten Ursprung, manche sind beinahe ganz konisch.

Aehnliche Epithelzellen mit Fortsätzen fand ich auch im isolirten Epithel der Papilla foliata des Pferdes.

Die zweite Art von Zellen gleicht den Geschmackszellen der becherförmigen Organe, nur sind sie drei- bis fünfmal grösser. Es sind dies sehr zarte Gebilde von länglich eiförmiger Gestalt, deren Pole ziemlich plötzlich in einen längeren und einen kürzeren Fortsatz übergehen. Die Fortsätze und der peripherische Theil des Zellenkörpers sind ganz homogen, mattglänzend und nur um den Kern, welcher den Zellenkörper nie ausfüllt und verhältnissmässig viel kleiner ist, als die Geschmackszellenkerne, welche in der Regel fast den ganzen Zellenkörper bilden, kann man einige Trübung beobachten, ohne dass eine granulirte Beschaffenheit wahrnehmbar wäre. Die Enden der Fortsätze waren meist verwachsen, manchmal sehen sie wie abgebrochen aus.

Diese Zellen fand ich im Gegensatze zu den oben beschriebenen geschwänzten Epithelzellen nur in den hinteren zwei Drittheilen der Papillae foliatae, also dort, wo sich auch Geschmackszellen vorfinden.

Wie sie dort innerhalb des Epithels gelagert sind, ob sie, wie ich vermuthe, senkrecht zur Oberfläche die Dicke des Epithels durchsetzen, ist mir nicht gelungen, mit Sicherheit zu ermitteln. Schnittpräparate gaben darüber keine Auskunft.

Die in vorstehenden Zeilen mitgetheilten Resultate wurden mit Hülfe der bereits von Schwalbe für die Untersuchung der Geschmacksorgane angegebenen Methoden gewonnen und kann ich in dieser Beziehung auf dessen oben citirte Arbeit verweisen.

Schliesslich benütze ich diese Gelegenheit, um Herrn Professor Schwalbe meinen innigsten Dank auszusprechen für seinen freundlichen Rath, mit welchen er mich bei dieser sowie bei anderen Arbeiten im Leipziger physiologischen Laboratorium unterstützte und noch unterstützt.

Leipzig, Januar 1872.

Untersuchungen über die Leuchtorgane der bei Vera-Cruz vorkommenden Leuchtkäfer.

Von

Dr. Carl Heinemann.

1. Abtheilung.

Ueber die Leuchtorgane der deutschen Lampyriden haben die Untersuchungen von Leydig, Kölliker und Max Schultze Aufschluss gegeben, für exotische Leuchtkäfer fehlen genauere Beobachtungen vollkommen, obgleich sie gerade an einer Anzahl derselben ihrer Grösse wegen viel leichter anzustellen sind. Die folgenden Zeilen sind bestimmt, diese Lücke auszufüllen, so weit es meine schwachen Kräfte gestatten, und beginne ich mit den leuchtenden Elateren, den Cucúyos des tropischen Amerikas, welche sämmtlich der Gattung Pyrophorus angehören.

In der Umgegend von Vera-Cruz kommen 2 Arten derselben vor, welche sich wesentlich nur durch ihre Grösse unterscheiden. Die grösseren messen bis über 3 Centim., die kleineren bis 2,5 Centim.; beide sind matt braunschwarz gefärbt und mit einem feinen graugelben Filz bedeckt. Eine genauere Bestimmung der Arten gestatteten meine entomologischen Hülfsmittel nicht.

Wunderbar ist, dass eine so schöne Naturerscheinung, wie das Leuchten der Cucúyos, die reisenden Naturforscher nicht zu einer genaueren Untersuchung aufgefordert hat. Die meisten haben das grösste der vorhandenen 3 Leuchtorgane ganz übersehen, ja einige hielten sogar den Inhalt der ganzen Leibeshöhle für leuchtend. Lacordaire (Milne Edwards leçons) hat zwar die 3 Leuchtorgane

gesehen, verlegt aber das grosse Bauchorgan fälschlich an die hintere untere Fläche des Metathorax.

Die Flugzeit der kleineren Art dauert von Ende März bis Ende Mai, der grösseren von Ende April bis Ende Juni, doch wird dieselbe durch frühzeitiges Eintreten heftiger Regengüsse abgekürzt. In der Gefangenschaft kann man sie über 4 Wochen lang erhalten; nach dem hiesigen Volksgebrauch gibt man ihnen Zuckerrohr, faulendes Holz und die schönen Blüthen der Plumeria zur Nahrung, und badet sie täglich einmal in frischem Wasser. Ihr Aufenthalt ist Busch und Wald, doch verfliegen sie sich oft weit davon. Ueber ihre Verbreitung kann ich nach eigenen Anschauungen und fremden Mittheilungen Folgendes sagen. Die Cucúyos sind Bewohner ausschliesslich der heissesten Pierra caliente, die heissen Küstenstriche sind in Mexico ihr eigentliches Vaterland. Verfolgt man z. B. eine der beiden Hauptstrassen, welche von Vera-Cruz nach der Hauptstadt führen, die über Orizaba, so bildet der Pass bei Chiquihúite die Grenze für das Vorkommen der Cucúyos, obgleich die heisse Zone sich noch 6 Leguas weiter bis nach Córdova erstreckt. Die Larve lebt in faulem Holz, welches die Wälder in so reichem Masse darbieten, zuweilen auch im Zuckerrohr, doch ist nach Beobachtung zuverlässiger Hiesiger die häufig ausgesprochene Ansicht, als sei das Vorkommen des Käfers an die Cultur des Zuckerrohres gebunden, durchaus falsch. Die Larven habe ich selbst bisher noch nicht untersuchen können.

Im heissen Küstenlande gewährt ein Wald in mondscheinlosen Nächten, denn nur in solchen entfalten die Thiere ihre volle Leuchtthätigkeit, einen wirklich prachtvollen Anblick, man glaubt sich in den Zauberwald des Mährchens versetzt, wo jedes Baumblatt mit leuchtenden Edelsteinen besetzt ist. Viel trägt zu diesem Eindruck ausser der Grösse der Leuchtorgane die Stätigkeit des Lichtes bei. Während aufblitzenden und sofort wieder verlöschenden Funken gleich die Lampyriden umherschwärmen, fesselt das Licht der Cucúyos namentlich im Fluge durch seine gleichbleibende Stärke das Auge des Beobachters. Damit soll nicht gesagt sein, dass bei genauerer Beobachtung, namentlich in der Gefangenschaft, wo die Thiere sich niemals in freier vollkommener Thätigkeit befinden, nicht ein abwechselndes An- und Abschwellen des Lichtes zu bewirken sei, ebensowenig als das Verlöschen des Lichtes der Lampyriden bekanntlich ein vollkommenes ist, immerhin muss diese Ver-

schiedenheit in der Leuchtthätigkeit als eine durchgreifende bezeichnet werden.

Die Farbe des Cucúyolichtes ist ein eigenthümliches Hellgrün mit etwas Gelb gemischt, welches noch am besten mit dem Licht verglichen werden kann, das mit chlorsaurem Baryt bereitete Feuerwerkssätze ausstrahlen. Das Licht der hier beobachteten Lampyriden zeigt mancherlei Abstufungen von Gelb, öfters mit Beimischung von Blau.

Die Cucúyos sind nächtliche Thiere, welche von der Abend- bis in die Morgendämmerung ihr Wesen treiben, doch leuchten sie auch am Tage sofort, wenn man sie erweckt, um kurze Zeit nachher wieder zur Ruhe zu kommen. Interessant ist die einschläfernde und damit auch das Leuchten aufhebende Wirkung nicht nur des Tages, sondern auch des Lampenlichts. Oft habe ich stark leuchtende Cucúyos bei Nacht dem Licht einer gewöhnlichen Petroleumlampe ausgesetzt und in einer Viertelstunde Bewegung und Leuchtthätigkeit aufhören sehen; nach Entfernung der Lampe kehrten in kürzerer Zeit Bewegung und Leuchten zurück. Aehnlich wirkt das Mondlicht, denn nur an dunklen Waldstellen sind in Mondscheinnächten die Cucúyos thätig. Es ist keine Uebertreibung, wenn Reisende berichten, dass sie in dunklen Nächten den Weg erhellen und oft habe ich es mit Erfolg versucht, bei dem Licht eines einzigen Käfers, wenn auch mühsam, zu lesen.

Dass herausgeschnittene Leuchtorgane noch längere Zeit fortleuchten, ist eben so schon von den Lampyriden bekannt; das erlöschende Licht selbst zerstückelter Organe kann durch mechanische Reizung wieder von Neuem angefacht werden.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen wende ich mich zu der genaueren Beschreibung der Leuchtorgane, wobei zu bemerken ist, dass die angegebenen Masse sich sämmtlich auf die grössere Käferart beziehen.

Es sind 3 Leuchtorgane vorhanden, 2 symmetrisch im Prothorax nahe den Aussenrändern und den nach hinten vorspringenden Winkeln desselben gelegen, und ein viel grösseres unpaariges Bauchorgan. Die Brustorgane liegen dicht unter der festen Chitinhülle, welche hier 2 der Augenflecken der Lepidopteren vergleichbare, durchsichtige gelblich weisse, leicht vorgewölbte Stellen von elliptischer Form aufweist. Der grösste Durchmesser dieser Flecke ist etwas nach Aussen zur Längsaxe des Körpers geneigt und misst

bis 6,5 Mm. Zum Verständniss der Lage des bisher fast immer übersehenen, aber unter den dreien grössten Leuchtorgans muss eine Eigenthümlichkeit unserer Käfer hervorgehoben werden, von der ich, zu wenig mit der Entomologie vertraut, nicht weiss, ob sie auch bei anderen Käfergattungen vorkommt. Metathorax und Abdomen sind nämlich sehr beweglich und nur auf der Rückenseite miteinander verbunden der Art, dass der Hinterleib nach der Rückenseite in die Höhe gehoben werden kann und der grösste Theil seiner freien Endfläche von etwa dreieckig gleichschenkeliger Form nach vorn und unten sichtbar wird. In diese annähernd dreieckige Endfläche, deren ungleiche längere, etwas gekrümmte Seite die obere ist, ist nun das Leuchtorgan eingefalzt und zwar zwischen eine niedrige Leiste, welche nahe dem Pigmentende am ersten Centralring entspringt und dem etwas eingebogenen Rande dieses Ringes selbst. Da nun der Käfer die besprochene Bewegung des Hinterleibes nur im Fluge ausführen kann, denn sonst wird sie durch die Flügeldecken verhindert, so ist von dem Organ nichts zu sehen, wenn man einen Käfer in Gefangenschaft beobachtet. An seiner Oberfläche ist das besprochene Organ ebenfalls von der Chitinhülle des Körpers bedeckt, diese ist aber hier nicht von horniger Beschaffenheit, sondern stellt ein dünnes, unter dem Mikroskop völlig strukturloses Häutchen dar, welches sich bei einiger Sorgfalt am frischen Organ leichter nach Einwirkung von Säuren oder Alkalien abtrennen lässt.

Beim Männchen füllt das Organ den Abdominalquerschnitt, d. h. den freigelassenen grösseren unteren Theil desselben vollständig aus, beim Weibchen ist das Organ kleiner. Seine Gestalt ist die einer dreieckigen Platte, an welcher durch eine zarte Längsfurche und oben und unten seichte Einschnitte eine Entwicklung aus symmetrischen Seitenhälften angedeutet ist. Rechtwinkelig zu der Längsfurche verläuft eine Horizontale, wodurch die Vorderfläche des Organs in 2 kleinere obere und 2 grössere untere Falten getheilt ist. Die Breite des Organs beträgt oben, wo sie am grössten ist, beim Männchen bis 6,5 Mm. Die Brustorgane sind dünne Platten von Form und Grösse der oben beschriebenen Flecke, unter denen sie unmittelbar liegen. Die folgenden Mittheilungen sind namentlich an dem leichter zu präparirenden Bauchorgan angestellt, nachdem ich mich erst von der wesentlich gleichen Beschaffenheit beider überzeugt hatte.

An beiderlei Organen unterscheidet man ganz wie bei den europäischen Lampyriden 2 in Farbe und Durchsichtigkeit verschiedene Schichten, eine vordere dicke, welche leuchtet, von einem Pigment hellgelblich gefärbte, die beim Leuchten etwas Durchsichtiges annimmt, und eine dünnere hintere vollkommen weisse, wie kalkige, welche nicht leuchtet. Beide Schichten hängen innig zusammen und sind selbst bei Anwendung von 35procentiger Kalilauge nicht rein zu trennen. Die mikroskopische Untersuchung der frischen Organe habe ich ohne Zusatzflüssigkeit in künstlichem Serum und im Blut der Käfer vorgenommen.

Die Leuchtzellen der vorderen Schicht sind offenbar viel solidere Gebilde, als bei den europäischen Lampyriden, denn an Zerzupfungspräparaten erkennt man sie selbst ohne Zusatzflüssigkeit bei wechselnder Einstellung als rundliche Ballen, bei Wasserzusatz zerfallen sie schnell. Das Gesichtsfeld ist dann erfüllt von kleinen scharf conturirten Körnchen, welche lebhafte Molecularbewegung zeigen und von grösseren, stark lichtbrechenden Tropfen. Länger halten sich die Zellen in Zuckerwasser. Schöne Bilder erhält man in künstlichem Serum oder Käferblut (natürliche Amniosflüssigkeit war in Vera-Cruz der hohen Temperatur und der entfernten Lage des Schlachthauses wegen nicht unzersetzt zu erhalten), man sieht dann rundliche, auch längliche Zellen, deren Durchmesser von 0,025 bis 0,0425 und darüber schwankt; sie bestehen aus einer feinkörnigen Substanz, welche einen rundlichen Kern einschliesst, der entweder ein Kernkörperchen oder ebenfalls feinkörnige Masse enthält. Eine Membran ist nicht nachweisbar. Die polyedrische Form ist hier die seltenere, häufiger erscheinen die Zellen im Durchschnitt als Parallelogramme mit abgerundeten Ecken, auch gewinnt man bei fortgesetzter Untersuchung die Ueberzeugung, dass Abweichungen von der runden oder länglich runden Form, als birnförmige, blattförmige, der Zerrung bei der Präparation und dem Druck des Deckgläschens zuzuschreiben sind. Fortsätze konnte ich selbst bei starken Vergrösserungen nicht wahrnehmen. Bei längerer Einwirkung des Serums tritt eine eigenthümliche Veränderung der Zellsubstanz ein; diese nimmt nämlich ein radiär strahliges Aussehen an mit entsprechender feiner Kerbung an dem scheinbaren Zellenrande, wie herrührend von einer Faltung der Zellmasse, die von einem festen Punkt ausgeht oder von radienweise erfolgenden Verzehrung derselben. Bei allmäliger Verdunstung der Zusatzflüssig-

keit und zunehmendem Druck des Deckgläschens zerfallen die Zellen und zwar jedesmal mit einem gewissen Ruck, so dass dadurch eine Zusammensetzung aus festeren und von diesen eingeschlossenen flüssigeren Theilen wahrscheinlich wird. Die ergossene Masse enthält erstens eine grosse Menge der schon oben erwähnten feinen Körnchen, zweitens blasse Bläschen oder Tropfen, die einen gefüllt mit in lebhafter Molecularbewegung begriffenen Körnchen, die andern nicht, drittens die bekannten stark lichtbrechenden Tropfen. Es ist hier der Ort hervorzuheben, dass in der unversehrten frischen Zelle niemals etwas von Molecularbewegung zu bemerken ist.

Was ich von microchemischen Reactionen der Zellen beobachtet habe, beschränkt sich auf Folgendes:

Schwefelsäure löst die Zellen rasch auf, während die Tracheen sichtbar bleiben, Schwefelsäure und Zucker haben denselben Effect, nur dass stellenweise eine rosenrothe Färbung der Flüssigkeit auftritt. Lässt man zu einem in Zuckerwasser bereiteten Präparat unter dem Deckgläschen ein Minimum Schwefelsäure hinzutreten, so gelingt es, die Zellen eine Zeit lang schön sichtbar zu erhalten, und man kann sich dann von ihrer rothen Färbung überzeugen. Diese Beobachtung steht im Widerspruch mit der von Milne Edwards (Leçons, tome 8, pag. 105) nach Macaire mitgetheilten, doch zweifle ich nicht, dass auch an den Leuchtzellen der Lampyriden dieselbe Reaction gelingt.

Wässerige Jodlösung allein bewirkt keine Färbung, ebensowenig mit SO^3.

Essigsäure hellt die Zellen stark auf, so dass die Kerne stärker hervortreten, bei längerer Einwirkung bleiben nur die Kerne sichtbar, bis endlich auch diese verschwinden. Die starke Essigsäuremischung von Moleschott hellt ebenfalls stark auf, nur bleiben Zellen und Kerne nach 48stündiger Einwirkung noch gut sichtbar, während von den Tracheen dann schon nichts mehr zu sehen ist.

Kalilauge von 35 Procent hellt die feinkörnige Zellenmasse vollkommen auf und bringt das oben beschriebene strahlige Aussehen sofort hervor. Lässt man unter dem Deckgläschen Wasser hinzutreten, so lösen sich die Zellen blitzschnell auf und nur die wunderbar reichen Tracheenverästelungen bleiben zurück.

Alkoholpräparate lassen sich zwischen Hollundermark bequem schneiden, die Zellen treten in ihrer trübkörnigen Structur und mit

ihren Kernen deutlich hervor, nur die feinen Tracheenverästelungen werden wegen Entziehung ihres Luftgehalts unsichtbar. Durchschnitte frischer Leuchtorgane reagiren gegen Lackmuspapier leicht sauer, doch wage ich natürlich nicht, zu entscheiden, ob dies die normale Reaction der Leuchtzellen oder Folge eingetretener Zersetzung ist.

Indem wir uns nun zur Schilderung des Verhältnisses der Leuchtzellen zu den Tracheen wenden, sollen hier einige fragmentarische Bemerkungen über die Tracheenstämme der Cucúyos Platz finden. Wie wohl alle bisher untersuchten Käfer, haben auch die Cucúyos 9 Paar Stigmen, von denen 7 auf den Hinterleib, 2 auf die Brust kommen. Die Abdominalstigmen sind rundlich, liegen nahe dem äusseren Rande der Dorsalringe, die Bruststigmen vertheilen sich auf Meso- und Metathorax. Die ersteren liegen an der äusseren Abdachung des dorsalen Theiles und sind ebenfalls rund, die letzteren sind viel grösser, in die Länge gezogen zweilippig und sitzen am äusseren Theil des vordern oberen Randes. Diese grossen Stigmen des Metathorax führen in Lufträume, von denen nach vorn stärkere, nach hinten feinere Längsstämme entspringen; diese letzteren versorgen das Bauchleuchtorgan.

Das Verhalten der feineren Tracheenenden ist nun überraschend verschieden von dem bei Lampyris splendidula. Zunächst zeigen die feineren Tracheen nicht jene baumförmigen Verzweigungen, sondern laufen mehr parallel pinselartigen Ausstrahlungen gleich, dann aber ist von Tracheenendzellen keine Spur nachzuweisen, wie sie Max Schultze an den Leuchtorganen der Männchen von Lamp. splend. beobachtet hat. Dagegen fällt schon an Alkohol- oder frischen Zerzupfungspräparaten eine Anordnung der Leuchtzellen in Reihen auf, welche bestimmt werden durch die Ausstrahlung der Tracheenäste, es erscheinen die Zellen wie Perlen auf eine Schnur, so auf die Tracheen aufgereiht. In der Ausstrahlungsrichtung ist offenbar eine Trennung des Zusammenhanges leichter, als in einer andern, und gelingt es daher ohne Mühe, solche Zellenreihen zu isoliren. Die Tracheenäste verlaufen da oft stark geschlängelt, verlassen eine Zellenreihe, um schlingenförmig umbiegend in eine andere einzutreten. Kalilauge von 35 Procent, welche bekanntlich so treffliche Dienste leistet, durch Auflösung der Kittsubstanz die Elemente mancher Gewebe zu isoliren, hebt die Verbindung von Zellen und Tracheen nicht auf, die Zellen trennen sich

bei dieser Behandlung sehr leicht in der Richtung der Tracheenausstrahlung, an den Tracheenästen selbst bleibt immer eine Anzahl Zellen festhaften. Ferner kann man an Präparaten, welche in Lösungen der Os.-S. gelegen und dadurch einen höheren Grad von Brüchigkeit erlangt haben, mit Leichtigkeit Zellen isoliren, an welchen ein Stück der abgebrochenen Trachee haftet, oder besser gesagt, welche von einem Tracheenbruchstück durchsetzt werden. Oft habe ich an solchen Präparaten gesehen, wie feinste Tracheenendigungen in einer Zelle aufhörten oder wenigstens nicht weiter zu verfolgen waren.

Es ist hier der Ort, ausführlicher von der Einwirkung der Os.-S. auf unsere Leuchtorgane zu sprechen, zumal hierbei noch andere Fragen zur Erörterung kommen werden.

Legt man lebende Cucúyos 12, selbst 24—36 Stunden in 1procentige Lösung der Säure, so färbt sich nur die nicht leuchtende kalkig weisse Schicht schwarz, die leuchtende bleibt fast weiss. Stellt man nun Zerzupfungspräparate her, so sieht man keine Spur von Tracheenendzellen; die Leuchtzellen selbst treten scharf hervor, sind leicht gebräunt und zeigen häufig Fortsätze von derselben Beschaffenheit, wie der übrige Zellkörper. Hin und wieder sieht man diese Fortsätze in Fasern übergehen, deren Bedeutung, ob Nerv oder feinste Tracheenendigung, ich vorläufig noch unentschieden lassen muss. Was die Natur der Fortsätze betrifft, erinnere ich daran, dass mit den stärksten Objectiven von Zeiss es mir nie gelang, an frischen Präparaten davon etwas zu sehen und glaube ich daher auf die Möglichkeit hinweisen zu müssen, dass sie künstlich bei der Präparation erzeugt seien. Die durch Osm.-S. veränderte Consistenz, die erlangte grössere Zähigkeit der Zellsubstanz erklären sehr wohl Gestaltveränderungen ohne nothwendige Trennung des Zusammenhanges bei der Nadelpräparation. Dieselben Resultate erhält man bei dem Einlegen frischer ganzer Leuchtorgane; eine Schwärzung der leuchtenden Schicht und auch dann nur eine theilweise tritt erst ein, wenn man zerschnittene Organe in 1procentige Säurelösung auf 6—7 Stunden legt, doch ist dann wegen zu starker Brüchigkeit nicht mehr so viel von den Zellen zu sehen. Man findet noch wohlerhaltene Zellen, auch solche mit Tracheenfragmenten, aber der Kern ist schon sehr undeutlich. In schwächeren Lösungen z. B. von $^{1}/_{5}$ Procent sind die Zellen noch weniger gut erhalten.

Vorgreifend will ich schon hier mittheilen, dass bei drei von mir untersuchten hiesigen Lampyrisarten nach Einlegen der lebenden Thiere in Lösungen von Osm. S. sofort die Tracheenendzellen scharf und in derselben Anordnung hervortraten, wie sie Max Schultze von Lamp. splend. abgebildet hat.

Wenden wir uns nun zu der Betrachtung der nicht leuchtenden Schicht. Frisch in künstlichem Serum untersucht, erscheint sie zusammengesetzt aus grösseren Tracheenstämmen und compacten zum Theil kugeligen Massen, von denen einige sofort wieder sich als Conglomerate kleiner scharf conturirter Körnchen ausweisen. Bei Einwirkung starker Kalilauge wird an einzelnen der kugeligen Körper eine strahlig-krystallinische Structur sichtbar. Von einem Eingeschlossensein in Zellen habe ich mich nicht überzeugen können, obgleich das Verhalten der Leuchtzellen zu starker Lauge ein ähnliches Resultat bei der nicht leuchtenden Schicht erwarten liess. Bei Zusatz von Säuren verschwinden die dunkeln Massen und es krystallisirt reichlich Harnsäure heraus. Die Murexidprobe, welche hier wegen genügender Menge des Materials sehr leicht anzustellen ist, bestätigt die mikroskopische Beobachtung. Am schönsten ausgebildet sind die Krystalle der Harnsäure in Präparaten, welche in Os. S. gelegen haben. Die leuchtende Schicht in ähnlicher Weise behandelt, liefert Krystallisationen anderer Art, aber nie von Harnsäure. Betreffend die mit der Harnsäure verbundene Base kann ich für diesmal nur das negative Resultat verzeichnen, dass bei den Cucúyos diese Base entschieden nicht Ammoniak ist.

Wenn ich nun also auch die Existenz von Uratzellen für die Cucúyos in Abrede stellen muss, wäre es immer noch möglich, dass die nicht leuchtende Schicht sich allmälich aus der leuchtenden als ein Product der Leuchtthätigkeit herausbilde, worauf M. Schultze hinweist; ich habe jedoch bei vierwöchentlicher Beobachtung keine wahrnehmbare Differenz in der relativen Dicke beider Schichten am Anfang und Ende der Beobachtungszeit nachweisen können.

Der innige Zusammenhang beider Schichten wird nach meinem Dafürhalten wesentlich durch die Tracheen vermittelt. Fragen wir nun nach der Bedeutung der nicht leuchtenden Schicht, so möchte ich sie darin finden, dass sie als Licht zurückwerfender und damit den Glanz des Lichtorgans erhöhender Apparat wirkt.

Die Nerven des Bauchleuchtorgans kommen von dem ersten Abdominalknoten des Bauchstranges, welcher direct dem Leuchtorgan

aufliegt. Beiläufig sei bemerkt, dass von den 5 vorhandenen Abdominalknoten der fünfte der grösste und mit dem vierten durch verhältnissmässig nur kurze Längscommissuren verbunden ist.

Ueber das genauere Verhalten der Nerven zu den Leuchtzellen bin ich bisher zu Resultaten noch nicht gekommen und will ich nächstes Frühjahr diese Frage von neuem aufnehmen.

Am Schluss dieser lückenhaften Mittheilungen möchte ich noch auf die Wechselbeziehung der Leuchtorgane zum Blut hinweisen, Fragen, über welche sich an den kleinen europäischen Lampyriden wohl kaum Untersuchungen anstellen lassen. In der That sind so bedeutende chemische Umsetzungen, wie sie offenbar in den Leuchtorganen vor sich gehen, ohne Theilnahme des Blutes nicht denkbar, ja ich möchte sogar hierin eine wesentliche Function dieser Organe erkennen. Weit entfernt, die Natur dieser gegenseitigen Einwirkung erörtern zu können, will ich hier nur einige Bemerkungen über die das Bauchleuchtorgan umspülende allgemeine Körperflüssigkeit mittheilen, die nicht sofort als identisch mit z. B. aus dem Rückengefäss entnommenem Blut angesehen werden kann.

Entfernt man bei einem lebenden Käfer die Flügeldecken und schlägt den Unterleib in die Höhe, so erscheint bei noch kräftigen Thieren die feine Chitindecke des Bauchleuchtorgans von Flüssigkeit prall hervorgewölbt; schneidet man ohne Verletzung des Organs selbst diese Haut ein, so quellen einige Tropfen einer klaren graugelblichen, nicht leuchtenden Flüssigkeit hervor, welche zunächst weder auf Lackmus- noch Cuccumapapier reagirt. Nach einiger Zeit färbt sich die Flüssigkeit braun und dann bemerkt man wohl in Folge eintretender Zersetzung eine leichte Röthung des Lackmuspapieres. Betrachtet man die noch nicht braun gefärbte Flüssigkeit genau, so erscheint sie wie aus zweien nicht vollkommen gemischten zusammengesetzt, einer farblosen und einer grünlichgelben; ebenso bemerkt man, dass die Braunfärbung sehr selten durch den ganzen Tropfen gleichmässig, sondern meist nur stellenweise erfolgt, zuweilen sogar gelingt es, auf Papier den Tropfen zu einem durchsichtigen grünlichgelben Lack eintrocknen zu lassen. Bringt man etwas Flüssigkeit auf einer Glasplatte in einen hermetisch verschlossenen, mit Wasserdampf gesättigten Raum, so tritt selbst nach 8 Tagen keine spontane Gerinnung, wohl aber die Braunfärbung ein. Benetzt man einen Glasstab mit der Flüssigkeit und bringt ihn in destillirtes Wasser, so fällt ein weisses Gerinnsel langsam zu Boden;

auf einer Glasplatte erhitzt, gestaltet die Flüssigkeit, ehe sie zu kochen anfängt, zu einem weissen Gerinnsel, welches unter dem Mikroskop feinkörnig erscheint (von ausgeschiedenen anderen Substanzen?). Die frische Flüssigkeit unter dem Mikroskop untersucht, zeigt eine grosse Menge theils runder, theils spindelförmiger, farbloser, fein granulirter Körperchen, welche oft mit feinen Fortsätzen ausgestattet sind. Spontane Bewegungen habe ich an ihnen nicht wahrnehmen können. Der Durchmesser der runden beträgt durchschnittlich 0,005 Mm., die spindelförmigen sind schmaler, aber dafür doppelt so lang. Es lag nun die Frage nahe, steht das Braunwerden der Flüssigkeit mit diesen farblosen Blutkörperchen in Beziehung? Anfangs war ich geneigt, dies anzunehmen, weil die braune Substanz bei mikroskopischer Beobachtung zuerst immer in Massen auftritt, die oft täuschende Aehnlichkeit mit weissen Blutkörperchen haben, bei fortgesetzter Beobachtung bemerkt man jedoch 1. dass die braune Masse häufig deutlich krystallinisch auftrat, 2. dass sich die Braunfärbung auch in der Flüssigkeit verbreitet, 3. dass eine Masse Blutkörperchen gar nicht im Bereich der gefärbten Stellen liegen, sondern ihr normales Aussehen bewahren. Bei fortschreitender Verdunstung erscheinen andere Krystallisationen, unter denen mir namentlich regelmässige Octaeder auffielen. Stellt man die Teichmann'sche Häminprobe mit der braunen Substanz an, so ergibt sic kein Resultat.

Vera-Cruz, den 6. Novbr. 1871.

Modelle zur Erläuterung der Form, des Volumens und der Oberflächenentfaltung der rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere.

Von

H. Welcker.

I.

Die Grössenverschiedenheiten der Blutkörperchen haben von jeher lebhafte Beachtung gefunden, und wir verdanken Milne-Edwards, Gulliver und anderen Forschern umfassende Maasstabellen, R. Wagner und Ecker (Icones physiologicae) gute Abbildungen der hier vorkommenden Grössen- und Formverschiedenheiten. Sinn und Bedeutung gewinnen diese Grössenunterschiede indessen erst dadurch, dass zugleich die Zahlenverhältnisse der Blutkörperchen und das Maass ihrer Oberfläche mit in Betracht gezogen werden.

Eine Reihe von Modellen rother Blutkörperchen, welche ich vor einigen Jahren gelegentlich meiner metrischen Bestimmungen des Blutes aus Gyps gefertigt hatte, scheint für mehrere Zwecke der Demonstration ein nicht unbrauchbares Hilfsmittel abgeben zu können, und ich habe auf den Wunsch einiger Freunde Veranstaltung getroffen, dass dieselben weiter vervielfältigt werden und käuflich zu haben sind [1]).

Indem ich betreffs der bei der Modellirung maassgebenden Data, sowie des Näheren der mittelst der Modelle gewonnenen Ergebnisse, auf meine früheren Mittheilungen verweise [2]), hebe ich hier nur dasjenige hervor, was zur Erläuterung der Modelle erforderlich ist, und an deren Betrachtung sich unmittelbar anschliesst.

Sämmtlich nach demselben Maassstabe ausgeführt (5000fache

---

1) Herr G. Klautsch (Assistent am anat. Institut zu Halle), dem ich die Formen übergeben habe, liefert diese Modelle — 12 Stück, colorirt, in zweckmässigem Kistchen — zum Preise von 6 Thlr.

2) Zeitschr. f. rat. Med., 3. Reihe IV, 145 und XX, 257.

Linearvergrösserung), gewähren dieselben, mehr als die mikroskopische Betrachtung der wirklichen Blutkörperchen dies vermag, einen unmittelbaren Einblick in die Grössen- und Formverhältnisse dieser Körperchen.

Die Säugethiere sind vertreten durch Moschus, Ziege, Siebenschläfer, Lama und Mensch; die übrigen Wirbelthierklassen durch Buchfink, Eidechse, Frosch, Proteus und Schleihe. Dem menschlichen Blutkörperchen ist, um den bisquitförmigen Querschnitt zu zeigen, ein zweites, querdurchsägtes Exemplar beigefügt.

Das kleinste dieser Blutkörperchen (Moschus) zeigt bei dem gewählten Maasstabe die Grösse eines Chemisettenknopfes; das des Menschen die Grösse eines Thalers, während das Blutkörperchen des Proteus die Grösse eines Brodleibes erreicht. Das Volum dieses letzteren ist gleich dem von 128 Blutkörperchen des Menschen und gleich dem von 3000 des Moschus.

Ganz ebenso, wie hinsichtlich des Volumens ergeben diese Modelle einen unmittelbaren Einblick in die ausserordentlich differenten Grössen der Oberfläche, welche den Blutkörperchen der verschiedenen Thiere zukommt. Bei dem Menschen = 128 (Millionstel Quadrat-Millimeter), sinkt die Oberfläche des Blutkörperchens bei der Ziege auf 56, während sie bei Proteus auf 3444 steigt.

Führen wir aber einen neuen Factor in die Betrachtung ein, welchen die Blutkörperchen-Zählung uns liefert, und erfahren, dass die Zahl der Körperchen ziemlich genau in demselben Verhältniss abnimmt, in welchem das Volum des Blutkörperchens wächst, und erwägen wir, dass die Energie der Athmung wesentlich geknüpft ist an das Maass, in welchem die Blutkörperchensubstanz mittelst Oberflächenentfaltung frei gelegt, das Volum des einzelnen Körperchens mithin klein ist, so ist uns die Grösse des Blutkörperchens c. p. ein unmittelbarer Ausdruck für die Tauglichkeit eines Blutes als Athmungsvermittler, in dem Sinne nämlich, dass die kleinen Blutkörperchen einen lebhaften Stoffwechsel begünstigen und umgekehrt.[1])

Meine Blutmengebestimmungen hatten ergeben, dass die Blutmenge innerhalb der drei höheren Wirbelthierklassen nur in mässigen

1) Das aus der Reihe fallen der Fische, die mit ihren sehr kleinen Blutkörperchen den im Wasser absorbirten Sauerstoff zu assimiliren haben, ist nicht ein Widerspruch, sondern eine Bestätigung dieser Annahme.

Grenzen schwankt [1]); ganz ähnlich ergab die Zählung und Messung, dass das Volumverhältniss zwischen Plasma und Blutkörperchen innerhalb jener Thierklassen nicht sehr verschieden ist[2]). Im Gegensatz hierzu zeigt es sich, dass in Folge der Verschiedenheiten der Zerklüftung der Blutkörpenchensubstanz — hier in grössere, dort in sehr viel kleinere Theilstücke — das Maass der durch die Körperchen gleicher Blutmengen repräsentirten freien Oberfläche ausserordentlich verschieden ist, und es scheint mir diese Verschiedenheit der Oberflächenentfaltung eines der bedeutungsvollsten Motive zu sein, welche die metrische Bestimmung des Blutes hervortreten lässt.

In jener Beziehung nun sind die Warmblüter mit ihren kleinen Blutkörperchen weitaus im Vortheil. Den Blutkörperchen eines Cub.-Millim. Menschenblut kommt eine freie Oberfläche von 640 □ Millim. zu; den Körperchen gleicher Blutmengen von Kaltblütern sehr viel weniger (bei Frosch nur 240, bei Proteus nur 124 □ Millim.). Welche staunenerregende Grössen durch feine Ausprägung des histologischen Elementes hier (ganz ähnlich, wie bei den Drüsen) erzielt werden, lehren folgende Berechnungen, die ich aus meinen früheren Mittheilungen hier wiederhole:

Die Blutkörperchen des gesammten Körperblutes eines Mannes, wenn man dessen Blutmenge zu 4400 Cub.-Cent. ansetzt[3]), besitzen eine Gesammtoberfläche von 2816 □ Meter, d. i. eine Quadratfläche 80 Schritt in Seite.

Werden in einer Secunde 176 C. C. Blut in die Lunge eingetrieben[4]), so beträgt die Gesammtoberfläche der pro Sekunde in die

---

1) Auf 100 Grmm. reines Thier kommen:

im Mittel aus 8 Säugethierspecies	. . .	6,6 C.C. Blut
» » » 5 Arten Vögel	. . . . .	7,6 » »
» » » 4 » Reptilien	. . . .	6,2 » »
» » » 4 » Amphibien	. . .	5,2 » »
» » » 3 » Fische	. . . . .	2,7 » »

2) Mittel aus 4 Säugethieren: 32 Vol. Blutkörperchen zu 68 Vol. Plasma.

» » 2 Vögeln:	28 » »	» 72 » »
» » 4 Reptilien:	27 » »	» 73 » »
» » 5 Amphibien:	25 » »	» 75 » »

3) Mittel aus einer Bestimmung des Verf. und zwei Bestimmungen von Bischoff.

4) 188 Grm. nach Volkmann, 180 Grm. nach Vierordt; die obige Ziffer entspricht dem Mittel dieser beiden Angaben.

Lunge eintretenden Blutkörperchen 81 □ Meter, d. i. eine Quadratfläche von 13 Schritt in Seite.

Ich füge hier noch einige Ziffern bei, welche sich auf das Blut derjenigen Thiere beziehen, deren Blutkörperchen in unserer Modellenreihe vertreten sind[1].

Tabelle I.

Volum, Oberfläche und Zahl der Blutkörperchen.

(nach Tab. A B, a. a. O., XX, p. 290.)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	1 Blutkörperchen besitzt:					1 Cub. Millim. Blut besitzt:			
	Länge (Mm.)	Breite (Mm.)	Dicke (Mm.)	Volum (Tausendmillionstel C.-Mm.)	Oberfläche (Millionstel □ Mm.)	Blutkörperchen (an Zahl)	Blutkörperch. (C.-Mm.)	Plasma (C.-Mm.)	Blutkörperchenoberfläche (□ Mm)
Moschus javanicus	0,0025		0,0006?	3	—	—	—	—	—
Ziege, 8 Tage alt	0,0054		0,0010	20	56	9720000	0,20	0,80	545
Lama	0,0080	0,0040	0,0016	26	64	13900000	0,37	0,63	893
Siebenschläfer . .	0,0062		0,0016	40	84	8410000	0,34	0,66	704
Mensch	0,0077		0,0019	72	128	5000000	0,36	0,64	640
Fringilla coelebs .	0,0124	0,0075	0,0018	88	162	3600000	0,32	0,68	592
Lacerta agilis . .	0,0159	0,0099	0,0024	201	274	1420000	0,28	0,72	387
Rana temporaria .	0,0220	0,0156	0,0036	644	602	404000	0,26	0,74	243
Proteus anguineus	0,0582	0,0337	0,0090	9200	3444	36000	0,33	0,67	124
Tinca Chrysitis .	0,0128	0,0102	0,0030	—	—	—	—	—	—

Für die vergleichende Histologie dürfte die Grösse der Blutkörperchen noch die besondere Bedeutung besitzen, dass das Blutkörperchen innerhalb gewisser Grenzen als eine Art histologischen Modulus, als ein Maassstab für die Grössenverhältnisse der Gewebe der verschiedenen Thiere angesehen werden kann. Denn nach der Grösse der Blutkörperchen richtet sich die Feinheit der Capillaren; mit letzterer geht innerhalb gewisser Grenzen Hand in Hand die Feinheit des Drüsenbaues u. s. f.

Auf die vergleichend-anatomische Bedeutung der Grössenunterschiede der Blutkörperchen hat v. d. Hoeven (Cryptobranchus), betreffs der Blutkörperchen von Lepidosiren Verf. hingewiesen (a. a. O., XX, p. 278). Dass die Eidechse auch betreffs der Grösse der Blutkörperchen sich näher zum Vogel, als zu den nackten Amphibien stellt, zeigt unsere Reihe.

Als eine ihren Bedingungen nach nicht aufgeklärte Erscheinung

1) In der Tabelle, welcher diese Ziffern entnommen sind (Zeitschr. f. rat. Med., XX, p. 290 und 291) bitte ich in der Aufschrift der Col. 12 (»Blut«) statt »Cub.-Mm.« zu lesen: »Cub.-Cm.«

pflegt die Geldrollenbildung der Blutkörperchen genannt zu werden (Rollett in Stricker's Handbuch der Gewebe, p. 273), und man hat theilweise zu sehr gesuchten Erklärungen gegriffen. Bei näherer Betrachtung unserer Modelle scheint die Sache gar nichts Unverständliches zu haben. Legt man zwei Exemplare des Modells des menschlichen Blutkörperchens mit ihren Flächen so aufeinander, dass der vorstehende Rand des einen den des anderen ringsum berührt, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass bei der im Verhältniss zu dem ausserordentlich geringen Volum (und Gewichte) sehr grossen Oberfläche des Säugethierblutkörperchens die Attraction ausreicht, die in solcher Weise aneinander gerathenden Körperchen aneinander haften zu lassen und die einmal aneinander gehängten auch bei Schwankungen der Blutflüssigkeit festzuhalten, während alle diejenigen Körperchen, die in verschobener Stellung zusammentreffen, sogleich wieder loslassen, da sich hier immer nur zwei Punkte ihrer Ränder berühren, der übrige Theil ihres Randes aber, in Folge der Biconcavität, wie unterminirt erscheint.

II.

Ich füge noch einige Bemerkungen bei, betreffend die Frage nach der Sicherheit der auf die Modellirung der Blutkörperchen gestützten Bestimmungen.

In einer durchaus freundlichen Erwähnung dieser Bestimmungen (Stricker's Handbuch, p. 276) scheint Rollett doch etwas mehr, als der Lage der Verhältnisse nach Grund vorhanden ist, Anstand daran zu nehmen, dass die Austiefung und Randabrundung des nach den Messungsergebnissen gefertigten Gypscylinders „dem Augenmaasse(!) nach“ geschah, so dass diejenigen meiner Ziffern, welche auf die Modellirung gestützt sind, doch nur die Bedeutung „grober Schätzungswerthe“ besitzen könnten.

Jene Blutuntersuchungen waren so mühsam und zeitraubend, dass es wohl gerechtfertigt erscheint, wenn der Autor wünscht, dass dieselben so viel und so wenig Vertrauen finden möchten, als sie verdienen.

Die Volum- und Oberflächenziffer der in 1 Cub.-Millim. Blut enthaltenen Körperchen beruhen beide auf so complicirten, sämmtlich von Fehlerquellen bedrohten Manipulationen (Blutgewinnung, Messung der Körperchen, Zählung, Modellirung, Wägung) dass — wie ich dies gleich Eingangs meiner Arbeit hervorhob und im Verlaufe derselben

im Einzelnen nachwies — Fehler schwerlich ganz zu vermeiden sind, und dies auch dann nicht, wenn in der Reihe jener Manipulationen eine Bestimmung mittelst des Augenmaasses nicht vorkäme. Gerade diese Bestimmung mittelst des Augenmaasses scheint mir indess in dem gegebenen Falle verhältnissmässig sehr wenig bedenklich. Dagegen würde die der Modellirung vorausgehende Durchmesserbestimmung, wiewohl auf „Messung“ beruhend, keinen anderen Werth, als den einer ungefähren Schätzung besitzen, wenn ich, wie dies in der Mikrometrie doch sonst ziemlich allgemein Brauch ist, mich eines käuflichen Mikrometers bedient und die genaue Zurückführung desselben auf den Normalmillimeter (a. a. O., XX, 259) unterlassen hätte. Zeugniss hierfür legen ab die so sehr differenten Mittelwerthe des Durchmessers des rothen Blutkörperchens, welche ich nach verschiedenen Autoren zusammengestellt habe (a. a. O., 258).

Gelegentlich der Untersuchungen, durch welche ich nachwies, dass die mikroskopischen Objecte nach Art kleiner Sammel- und Zerstreuungslinsen wirken[1]), hatte ich an künstlich gefertigten (ihrer Gestalt nach mithin bekannten) mikroskopischen Objecten studirt, wieweit die Gestalt gebogener Flächen mittelst der mikroskopischen Einstellung und unter Beachtung des Lichtbrechungsvermögens der Objecte und ihrer Umgebung bestimmbar sind. Es zeigte sich hier, dass das senkrecht auf seinem Rande stehende Blutkörperchen bei scharfer, centraler Einstellung ein völlig correctes Bild seines Querschnittes liefert, der „optische Querschnitt“ mit dem wirklichen identisch ist. Nun ist es aber nicht besonders schwer, einen Cylinder, dessen beide Hauptdurchmesser in demselben Verhältnisse zueinander stehen, wie die des Blutkörperchens, mittelst des Augenmaasses so zu formen, dass sein Querschnitt demjenigen der frisch unter das Mikroskop gebrachten, in Hunderten von Exemplaren zu fortwäh-

---

1) Mikroskopische Reliefverhältnisse und damit Zusammenhängendes (Zeitschr. f. rat. Med., N. F., 1855, VI, p. 172). — Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich grossentheils wieder in dem 12 Jahre später (1867) erschienenen Werke von Naegeli und Schwendener („das Mikroskop“, p. 182, ff.), vielfach mit Abweichungen, denen ich nicht beistimmen kann. — Die Gestalt- und Beleuchtungsverhältnisse des Blutkörperchens, bei deren Erklärung Rollett die Werke von N. und S. und von Harting citirt, glaube ich zuerst (a. a. O.) nach den Brechungsgesetzen erklärt und die irrige Meinung von den hier und anderwärts (Schiefbeleuchtung) zur Wirkung kommenden „Schatten“ widerlegt zu haben.

rendem Vergleiche vorliegenden Muster genau entspricht. Selbst ungeübte Mikroskopiker und Zeichner entwerfen von dem auf dem Rande stehenden Blutkörperchen nahezu denselben Umriss; geübte und sorgfältige Arbeiter werden Modelle liefern, welche in ihren Proportionen wenig von einander abweichen. Legt man 0,00774 und 0,0019 Mm. als Durchmesser zu Grunde, so führt die Modellirung, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, constant zu Volumwerthen, welche von 72 (Tausendmillionsteln Cubik-Millimeter) wenig abweichen, ja man erkennt „71" und 73" mit Sicherheit als Grenzwerthe; ich war bei der zu „71" führenden Modellirung, bereits ehe ich wog und rechnete, gewiss: „jetzt fällt der Fehler nicht nach der Plusseite", während ich bei dem „73" ergebenden Versuche davon ausgegangen war, das Modell eher zu schwer, als zu leicht zu machen. Hier wäre also der mögliche Fehler bereits auf sehr enge Grenzen gerückt.

Das Schwierigere liegt offenbar nicht in der Volumbestimmung, sondern in der ihr vorausgehenden Messung der beiden Hauptdurchmesser, — dies aber sowohl in Hinsicht des Messapparates, wie des Messobjectes Wäre es möglich, neben den beiden Hauptdurchmessern des Blutkörperchens auch seine Abrundung durch directe Messung zu bestimmen, so würde auch diese letztere Messung von denselben Fehlern bedroht sein, wie die Durchmesserbestimmung. Es genügt, in dieser Beziehung an die Maassangaben des menschlichen Blutkörperchens zu erinnern, die von Seiten verschiedener Forscher vorliegen, wo denn z. B. die von Valentin gegebenen Ziffern (0,0071 und 0,0016) auf ein Blutkörperchenvolum führen, welches selbst dann, wenn die Abrundung des Randes und die centrale Degression völlig unterbleiben, das Körperchen mithin als voller Cylinder gedacht wird, nur „64" beträgt. Ebenso würden die von Robin, von Harting und von Gulliver angegebenen Mittelwerthe bei jeder nur denkbaren Façonnirung des Modells zu Volumwerthen führen, welche hinter dem normalen Mittelwerthe zurückbleiben.

Ganz Aehnliches gilt von der Oberflächenbestimmung, und ich erwähne nur, dass die von mir benutzte Tapeziermethode (a. a. O. 269) bei geschickter Anwendung sicherlich der mathematischen Berechnung nicht nachsteht, indem bei letzterer doch Formeln zu Grunde gelegt werden müssen, die den Oberflächebiegungen unserer Körperchen nicht überall gerecht werden.

Der Schwerpunkt für unsere Frage liegt, wie ich wiederhole,

in der Durchmesserbestimmung. Ein Fortschritt dürfte hier — vielleicht auch betreffs directer Aufnahme der Oberflächebiegungen — von der weiteren Entwicklung der Mikrophotographie zu hoffen sein. Dass indess bei genauer Titrirung des Mikrometers die Messung der Blutkörperchen zu übereinstimmenden Maassen führen könne, geht aus Maassangaben hervor, welche ich in einer soeben erschienenen Arbeit von Manasseïn[1]) verzeichnet finde.

Diese Messungen Manasseïns weisen bei Kaltblütern erhebliche individuelle Schwankungen der Blutkörperchengrösse nach, derart, dass z. B unter den Salamandern ein Thier die Mittelziffer 0,036, ein anderes die Mittelziffer 0,041 ergab. Ich glaube nicht, dass die Messung des menschlichen Blutkörperchens durch ähnlich grosse individuelle Schwankungen bedroht ist. Bei dem unverkennbaren Zusammenhange der Grösse der Blutkörperchenoberfläche und der Energie der Athmung sind hier aus aprioristischen Gründen so grosse Schwankungen für die Warmblüter, die bekanntlich homöotherm sind, nicht zu erwarten; bei den von mir untersuchten 6 gesunden Männern bewegte sich die Schwankung der Mittelwerthe in den engen Grenzen von 0,0084 bis 0,0078.

Als eine „nicht zu verachtende Controle" hatte ich die Volum- und Oberflächenbestimmung des Blutkörperchens in gleicher Weise, wie beim Menschen, auf Thiere der verschiedenen Wirbelthierklassen ausgedehnt, und gerade hier liegt ein Moment vor, welches bei der Frage nach der Glaubwürdigkeit unserer Ziffern in Anschlag kommen dürfte. Die letzten Ziffern nämlich, welche ich bei meinen Berechnungen erhielt und in welchen sich die Fehler sämmtlicher vorausgegangenen Operationen summiren mussten: die Ziffern des auf 1 Cub.-Millim. Blut entfallenden Gesammtvolums der Blutkörperchen (vergl. Col. 7 der oben gegebenen Tabelle I), stimmen unter sich nahe überein, ein Umstand, welcher wohl dafür sprechen dürfte,

---

1) Ueber die Dimensionen der rothen Blutkörperchen unter verschiedenen Einflüssen. Tübingen 1872. — Verfasser weist durch umfassende Messungen bei Thieren aller Wirbelthierklassen nach, dass das Volum der Blutkörperchen in Folge septicämischer Vergiftung (Jaucheeinspritzung in die Venen) sich merklich verkleinert (im Verhältniss von 11 : 10); Verkleinerung der Blutkörperchen erfolgt nach M. ferner durch Verbringung des Thieres in erhöhte Temperatur, durch den Gebrauch von Morphium, sowie durch den Einfluss der Kohlensäure, letzteres sowohl durch Erstickung des Thieres, als durch Behandlung der Blutkörperchen mit Kohlensäure. Umgekehrt erfolgt Vergrösserung durch den Gebrauch des Chinins, der Blausäure, des Alkohols, durch den Einfluss des Sauerstoffs, sowie durch Einwirkung von Kälte auf die Thiere.

dass hier ein durchgreifendes Verhältniss zu Grunde liege, und dass die Fehler der Volum- und Zahlenangaben, welche jener übereineinstimmenden Endziffer zu Grunde liegen, nicht allzugross seien.

Tabelle II.

Ziffern des Volums der in 1 Cub.-Millim. Blut enthaltenen Blutkörperchen.

(Nach Col. 9 der Tabelle B, a. a. O. p. 290.)

Cub.-Mm.	Säugethiere.	Vögel.	Reptilien.	Amphibien.
0,15	—	—	—	Triton
0,16	—	—	—	—
0,17	—	—	—	—
0,18	—	—	—	—
0,19	—	—	—	—
0,20	Ziege	—	—	—
0,21	—	—	—	—
0,22	Elephant	—	Lacerta muralis	—
0,23	—	—	—	—
0,24	—	—	—	Rana temporaria
0,25	—	Taube	—	—
0,26	—	—	—	Salamandra mac.
0,27	—	—	—	—
0,28	—	—	Lacerta agilis	Rana temporaria
0,29	—	—	—	—
0,30	—	—	—	—
0,31	—	—	—	—
0,32	—	Buchfink	—	—
0,33	—	—	—	Proteus
0,34	Siebenschläfer	—	—	—
0,35	—	—	—	—
0,36	Mensch	—	—	—
0,37	Lama	—	—	—

Die beigefügte Tabelle II, welche über die Art der Schwankungen dieser Endziffer näheren Aufschluss gibt, macht es wahrscheinlich, dass dieselbe, indem sie in den verschiedenen Wirbelthierklassen so nahe um eine allen Klassen nahezu gemeinsame Ziffer schwankt, in Wirklichkeit auch innerhalb der einzelnen Klassen übereinstimmender ist, und dass nur in unseren Bestimmungen, indem bei dem einen Thiere nach der einen, bei dem anderen nach der anderen Seite gefehlt wurde, so grosse Differenzen sich ergaben, wie z. B. bei Triton und Proteus. Ich vermuthe, dass unser Proteusblutkörperchen bei der Modellirung etwas zu dick ausgefallen ist, habe indess Nachbesserungen hier und überall für unzulässig gehalten.

Ueber die Anfänge der Speichelgänge in den Alveolen der Speicheldrüsen.

Von

V. von Ebner,

Privatdocent in Innsbruck.

Hierzu Tafel XX.

Eine Reihe neuerer Untersuchungen der Speicheldrüsen hat zu der Vorstellung geführt, dass die Anfänge der speichelausführenden Gänge nicht einfache centrale Hohlräume in den Drüsenalveolen darstellen, sondern vielmehr aus einem Netze feinster Kanälchen bestehen, welche sich zu den Secretionszellen der Speicheldrüsen in ähnlicher Weise verhalten, wie die Gallencapillaren zu den Leberzellen. Derartige Angaben wurden zuerst für das Pankreas gemacht und später auch auf die Mundspeicheldrüsen ausgedehnt; ja in neuester Zeit wird sogar einer acinösen Drüse, von der man es am wenigsten vermuthen sollte, der Milchdrüse, ein die Zellen umspinnendes Netz von Secretionsröhrchen zugeschrieben [1]). Es lässt sich nicht leugnen, dass diese Angaben, falls sie sich bewähren, von grossem anatomischen und physiologischen Interesse sind. In letzterer Beziehung möchte ich nur hervorheben, dass damit allen jenen Vorstellungen, welche die Drüsensecrete direct aus dem Zerfall der Secretionszellen ableiten, der Boden entzogen wäre.

Man darf sich indess nicht verhehlen, dass die Untersuchungsmethode, auf Grund deren die Existenz von Secretionscapillaren be-

1) Vergl. Henle's Jahresbericht für 1870, p. 52.

hauptet wird, durchaus nicht einwurfsfrei ist. Die Injectionen mit löslichem Berlinerblau können in der Frage endgültige Entscheidungen nicht bringen, und man muss Reichert zugeben, dass von der Injectionsmasse selbst gegrabene Wege mitunter in Form der zierlichsten, regelmässigsten Netze erscheinen können.

Am Pankreas des Frosches konnte ich mehrmals beobachten, dass die Injectionsflüssigkeit zwischen die Epithelzellen der grösseren Ausführungsgänge in der Art eindrang, dass die Zellen in den Maschen eines scheinbar aus drehrunden Kanälen gebildeten regelmässigen Netzes eingeschlossen schienen (vergl. Fig. 2). Solche Erfahrungen müssen zur äussersten Vorsicht mahnen. In der That stünde es schlecht um den Beweis der Existenz der Gallencapillaren, wenn derselbe sich nur auf die Ergebnisse von Injectionen mit Berlinerblau stützen würde. Für die Speicheldrüsen sind aber die Injectionsresultate bestätigende Erfahrungen noch nicht vorhanden. Die physiologische Injection mit Indigokarmin, welche Ewald[1]) versuchte, gelang an den Speicheldrüsen nicht, und was die Sichtbarkeit von Secretionscapillaren an nicht injizirten Präparaten betrifft, so ist allerdings durch verschiedene Beobachter konstatirt, dass zwischen den Secretionszellen helle Streifen und faserartige Bildungen vorkommen; allein es bleibt fraglich, ob dieselben als eine Art Bindesubstanz oder vielleicht zum Theil als Nerven oder endlich als Secretionsröhrchen aufzufassen sind.

Die vorausgeschickten Bemerkungen sollen nur vorläufig den Standpunkt bezeichnen, den der Verfasser gegenüber den Injectionen mit löslichem Berlinerblau festhält. Die Ueberzeugung, dass auf dem angedeuteten Wege die fraglichen Structurverhältnisse nicht vollständig aufgeklärt werden können, drängte sich erst im Laufe der Untersuchungen auf; allein selbst, wenn dieselbe von vornherein festgestanden hätte, so konnten die Injectionsversuche, abgesehen von dem Mangel anderer guter Untersuchungsmethoden, schon deshalb nicht umgangen werden, weil das Hauptgewicht aller neueren einschlägigen Arbeiten vorzugsweise auf ihnen ruht.

Die Injectionen wurden am Pankreas und den Mundspeicheldrüsen verschiedener Thiere vorgenommen. Als Injectionsmasse diente gewöhnlich Berlinerblau, das nach der von Brücke gegebenen

---

1) Beiträge zur Histiologie und Physiologie der Speicheldrüsen des Hundes. Inaug.-Dissert. Berlin 1870.

Vorschrift bereitet wurde, und zwar meist in wässeriger Lösung, seltener in Verbindung mit Glycerin.

Stets wurde das Berlinerblau unter konstantem Druck injizirt, der durch Wasser erzeugt wurde. Der Apparat, dessen ich mich bediente, weicht nur wenig von einem von Toldt[1]) beschriebenen ab und erwies sich als sehr brauchbar. Als Windkessel dient eine am Boden tubulirte Flasche von etwa 700 Ccm. Inhalt. In dem Halse dieser Flasche sind mittelst eines mit drei Bohrungen versehenen Kautschukpfropfens erstens eine mit einem Hahne versehene, rechtwinkelig gebogene Glasröhre zur Verbindung mit der die Injectionsflüssigkeit enthaltenden Flasche, zweitens ein Quecksilbermanometer zur Ablesung des Druckes und endlich eine frei in die Luft mündende, ebenfalls mit einem Hahne versehene Glasröhre befestigt. Als Druckgefäss dient ein Scheidetrichter ohne Hahn, von ungefähr gleicher Capacität wie der Windkessel, welcher mittelst eines langen Kautschukrohres mit dem Tubulus am Boden des Windkessels in Verbindung steht. Das Druckgefäss ist an einer starken Schnur befestigt, welche über einen an der Wand befindlichen Haken läuft, und kann in beliebiger Höhe fixirt werden. Der einmal gefüllte Apparat braucht niemals entleert zu werden. Ist alles Wasser vom Druckgefässe in den Windkessel übergetreten, so braucht man nur den Glashahn, der zur Injectionsflasche führt, abzusperren, dagegen den Glashahn, der in's Freie führt, zu öffnen, so fliesst alles Wasser in das Druckgefäss zurück, wenn man dasselbe unter das Niveau des Windkessels herabsenkt.

Wie man sieht, fehlt hier die Mariotte'sche Flasche und die Tropfvorrichtung, welche Hering und Toldt bei ihren Apparaten zur Erzielung eines vollkommen konstanten Druckes angewendet haben. Diese Einrichtung scheint mir bei Anwendung von Wasserdruck und Benützung von Gefässen mit den angegebenen Dimensionen für die hier in Betracht kommenden Injectionen ganz unnöthig zu sein, da die verbrauchte Injectionsmasse im Verhältniss zur drückenden Wassermasse sehr klein ist, so dass sich der Druck während einer Injection nicht merklich ändert. Die Anwendung der Glashähne statt der sonst gebräuchlichen Quetschhähne empfiehlt sich, abgesehen von dem besseren Verschlusse, besonders desshalb, weil ein gut gefetteter Glashahn mit einer Hand leicht und rasch

---

1) Dieses Archiv Bd. V, p. 172 u. Taf. XI, Fig. II.

sich dirigiren lässt, was namentlich dann sehr wesentlich ist, wenn man ohne Assistenz zu arbeiten genöthigt ist.

Bezüglich der mikroskopischen Untersuchung der injizirten Drüsen muss erwähnt werden, dass anfänglich als Härtungsmittel starker Alkohol verwendet wurde. Da sich aber herausstellte, dass die Elementartheile, namentlich die Epithelien der feineren Ausführungsgänge nur ausnahmsweise gut erhalten blieben, so wurde später zur Härtung stets Müller'sche Flüssigkeit benützt, welche die Elementartheile gut conservirt, ohne die Injectionsfarbe zu zerstören.

Indem ich nun zu dem Gegenstande meiner Untersuchungen übergehe, wende ich mich zunächst zum

Pankreas.

An dieser Speicheldrüse wurde zuerst von Langerhans[1]) nachgewiesen, dass bei der Injection mit Berlinerblau in den Alveolen nicht ein einfacher centraler Hohlraum sich füllt, sondern dass von dem centralen Gange aus noch feine Kanälchen zwischen die einzelnen Zellen eindringen, um schliesslich unter der membrana propria mit blinden, häufig birnförmig angeschwollenen Enden aufzuhören. Ziemlich gleichzeitig haben dann Saviotti[2]) und Gianuzzi[3]) ebenfalls Injectionsversuche vorgenommen und zwar ersterer am Pankreas des Kaninchens und letzterer an dem des Hundes. Beide kamen zu dem Resultate, dass die feinen zwischen die Zellen eindringenden Kanälchen ein nicht blind endigendes Netzwerk darstellen, so dass die Drüsenzellen in Maschen dieses Netzes liegen. Saviotti liess es übrigens dahingestellt, ob neben Läppchen mit netzförmigen Sekretionscapillaren nicht auch solche vorkommen, welche die von Langerhans geschilderten, blind endigenden Kanälchen besitzen. Ausserdem nimmt Saviotti zweierlei Läppchen im Pankreas an. Erstens solche, welche einen centralen Gang besitzen, mit welchem die Speichelcapillaren durch radiäre Kanälchen

---

1) Beiträge zur mikrosk. Anat. der Bauchspeicheldrüse. Inaug.-Dissert. Berlin 1869.

2) Dieses Archiv Bd. V, p. 404.

3) Comptes rendus T. 68, I p. 1280.

in Verbindung stehen; dann sollen aber auch Läppchen vorkommen, an welche ein kleiner Ausführungsgang herantritt, der sich sofort in ein oberflächliches Netz auflöst, ohne dass im Inneren des Läppchens ein centraler Gang zu finden wäre. Die Angaben Saviotti's wurden von Boll[1]) bestätigt.

Ich habe mich ebenfalls zunächst mit dem Pankreas des Kaninchens beschäftigt und fand an mehreren injizirten Exemplaren dieser Drüse einzelne Läppchen, an welchen Stellen zu finden waren, die vollkommen den von Saviotti gegebenen Abbildungen entsprechen.

Es kommt vor, dass der grösste Theil eines Läppchens das regelmässigste Netz zeigt, so dass in jeder Masche eine Zelle liegt. Die Kanälchen, aus welchen sich das Netz zusammensetzt, erscheinen als scharf conturirte blaue Striche, die allerdings an einzelnen Stellen Anschwellungen zeigen. Die Drüsenzellen selbst erscheinen vollkommen ungefärbt, so dass man sich schwer entschliesst, an künstlich gebahnte Wege zu denken. Daneben sieht man freilich eine überwiegende Zahl von Läppchen, an welchen die Masse aus den fraglichen Kanälchen zum Theile ausgetreten ist und die Zellen mit einer blauen Schicht ganz oder theilweise überzogen hat, oder wo die Injectionsmasse zu grossen blauen Flecken zusammengeflossen ist, welche erst an der Membrana propria eine Gränze finden.

Es würde sich nun zunächst darum gehandelt haben, an guten Schnitten die fraglichen Kanälchen im Querschnitte zu sehen. Dies Kriterium ist unerlässlich, wenn man mit voller Sicherheit behaupten will, dass man es mit drehrunden Kanälchen, welche zwischen zwei Zellen verlaufen, zu thun habe. Saviotti gibt an, dass man die Speichelcapillaren des Pankreas an nicht injizirten Stellen wahrnehmen könne. Er sagt nämlich, dass man zwischen den einzelnen Zellen feine glänzende Streifen sehe, welche an theilweise injizirten Läppchen mit den injizirten Kanälchen in Zusammenhang stehen. Das Vorkommen von glänzenden Streifen zwischen den Zellen der Speicheldrüsen ist unzweifelhaft und wurde schon von Pflüger betont; ob aber die von Saviotti gegebene Deutung richtig ist, bleibt fraglich. Sind die Streifen Kanälchen, so müssen sie sich gelegentlich an Schnitten auch als von zwei Zellen begränzte Löcher darstellen, wie man dies an den Gallencapillaren der Leber sehen

---

1) Beiträge zur mikrosk. Anat. der acinösen Drüsen. Berlin 1869.

kann; dies ist mir jedoch so wenig geglückt, als Ewald[1], man sieht an Schnitten, die in den verschiedensten Richtungen geführt sind, stets glänzende Streifen, während man vergeblich unzweifelhafte Querschnittsbilder sucht. Man muss indess im Auge behalten, dass das Pankreas des Kaninchens für die Entscheidung dieser Frage kein günstiges Object ist. So brauchbar es sich wegen seiner Lockerheit und flachen Ausbreitung für die Injection erweist, so ungeeignet ist es aus denselben Gründen zur bequemen Anfertigung sehr feiner Schnitte, wie sie zur Erfüllung der oben aufgestellten Forderung unerlässlich sind. Ausserdem ist das überall zwischen den Läppchen des Pankreas verbreitete Fett sowohl beim Kaninchen, als auch bei den meisten anderen zugänglichen Säugethieren sehr störend. Aus diesen Gründen hoffte ich an dem compacteren, fettfreien Pankreas anderer Wirbelthiere bessere Erfolge zu erzielen. Ich wählte als das am leichtesten zugängliche Object das Pankreas des Frosches. Schon Saviotti versuchte dasselbe zu injiziren, hatte aber keinen Erfolg, da er die Kanäle in's Duodenum einführte und letzteres, wie er sich ausdrückte, „über und unter der Einmündung des pankreatischen Ganges" unterband. Der Ductus pancreaticus des Frosches mündet aber nicht direct in das Duodenum, sondern verbindet sich mit dem Ductus choledochus, der, ein kleines Stück vor seiner Einmündung in's Duodenum ausgenommen, rings von Pankreasparenchym umgeben ist. Die Einführung einer Kanüle in den Ductus choledochus namentlich grösserer Exemplare des grünen Frosches gelingt wegen der Derbheit dieses Ganges ziemlich leicht. Hyrtl hat bereits vor mehreren Jahren von diesem Gange aus die Gallengefässe der Froschleber injizirt. Etwas schwieriger sind die Injectionen bei Rana temporaria, weil hier der Gang zarter und enger und häufig so verborgen ist, dass er erst durch Präparation isolirt werden muss. Schon bei sehr geringem Drucke (10—20 Mm. Quecksilber) gelingt es häufig, Injectionsmasse bis in die Alveolen des Pankreas einzutreiben, während sich die Leber auch bei Anwendung eines viel höheren Druckes (60 Mm.) nicht füllt. Es ist daher nicht nöthig, den Ductus hepaticus zu unterbinden.

Von den zahlreichen Injectionen, die an dem genannten Objecte ausgeführt wurden, kann ich nur zwei insofern als gelungen be-

1) L. c. p. 7.

zeichnen, als an einigen allerdings beschränkten Stellen blaue Netze aufzufinden waren, deren Bälkchen scharfe Conturen zeigten und in ihren Maschen die gänzlich ungefärbten Drüsenzellen enthielten. Fig. 1, welche, was das Netz anbelangt, mit Hülfe der Camera getreu nach der Natur copirt ist, gibt ein Bild von einem muthmasslichen Speichelcapillarnetze im Pankreas des Frosches. Auch hier gelang es nicht, deutliche Querschnitte der feinen Kanälchen aufzufinden. Da die gut injizirten Stellen sehr sparsam sind, so trifft es sich nicht leicht, dass gerade an den entscheidenden Stellen der Schnitt so dünn ausgefallen ist, dass er nur eine Zellenlage umfasst, was natürlich unerlässlich ist, um das Verhalten der Kanälchen zu den Zellen vollkommen klar zu übersehen. Manchmal schien es, dass von den im Präparate der Fläche nach laufenden Kanälchen, dort wo 3 Zellen aneinanderstossen, ein kurzes drehrundes Stück senkrecht aufsteige. Indessen ist das hier gezeichnete Bild so prägnant, dass man schon aus der Längsansicht der blau injizirten Streifen mit ziemlicher Sicherheit sagen kann, dass man es mit feinen drehrunden Gebilden zu thun habe. In der Mehrzahl der Fälle bieten die Schnittpräparate des injizirten Froschpankreas aber andere Bilder. Man sieht unregelmässige blaue Netze zwischen den Zellen durchlaufen, deren Balken nicht scharf conturirt und häufig bandartig verbreitert sind. An den Knotenpunkten dieser Balken sieht man häufig unförmliche blaue Flecken, nicht selten sind auch ganze Zellen von der Injectionsmasse umflossen, manchmal ist die Masse sogar, wie es scheint, in das Innere der Zellen selbst eingedrungen, während der Kern in der blauen Zelle als ungefärbter Körper sichtbar ist. Neben diesen Bildern kann man ausser zahlreichen nicht injizirten Läppchen auch solche sehen, die nur unvollkommen injizirt sind. Häufig ist nur ein centraler Gang gefüllt, der sich entsprechend der Verästelung der Alveolen da und dort theilen kann, oder es sind ausser dem centralen Gange auch radiäre zwischen die Zellen gegen die Oberfläche der Läppchen dringende, blind endigende blaue Streifchen vorhanden, welche theils scharf conturirt, theils undeutlich abgegränzt sind, so dass die Masse theilweise die Zellen gefärbt hat.

Nicht selten sieht man an einer grösseren Gruppe von Drüsenzellen ein dieselben umspinnendes Netz, ohne dass ein Centralkanal bemerkbar ist.

Um die hier beschriebenen Bilder gehörig würdigen zu können,

müssen wir zunächst auf die Structur der Pankreasalveolen, wie sie sich namentlich auf Grund der Untersuchung von nicht mit Berlinerblau injizirten Präparaten herausgestellt hat, etwas näher eingehen.

Bekanntlich hat Boll[1]) den Nachweis geführt, dass von den Umhüllungen der Drüsenalveolen, die er als Drüsenkörbe bezeichnete, Bälkchen in das Innere der Alveolen zwischen die einzelnen Secretionszellen eindringen, die vielfach untereinander verbunden, ein intraalveolares Bindesubstanzgerüste darstellen. Es lässt sich nun in der That auch am Pankreas, ebenso wie an den Mundspeicheldrüsen das Vorhandensein einer Gerüstsubstanz zwischen den Drüsenzellen nachweisen. An frischen Präparaten stellen sich die fraglichen Gerüstbälkchen als doppelt conturirte Streifen dar. An mit Müller'scher Flüssigkeit etc. macerirten Präparaten sieht man manchmal dass zwischen zwei in ihrem Zusammenhange etwas gelockerten Zellen ein selbständiges faserartiges Gebilde sich befindet, das mitunter etwas über die Zellen hinausragt. Nicht selten stehen diese zwischen den Zellen verlaufenden Bälkchen mit gewissen spindel- und sternförmigen Zellen in Zusammenhang, welche Langerhans[2]) unter dem Namen centroacinäre Zellen beschrieben hat. Die Secretionszellen des Pankreas selbst sind, wie man ebenfalls an Macerationspräparaten sieht, zum Theil mit Bälkchen oder Fäserchen in Verbindung, welche ihrerseits wieder mit den centroacinären Zellen in Zusammenhang stehen können. Benützt man zu diesen Isolationsversuchen mit Berlinerblau injizirte Drüsen, so gelingt es bisweilen, blaue Fäserchen in Zusammenhang mit ungefärbten Faserstückchen zu sehen; manchmal kann man centroacinäre Zellen mit ganz oder theilweise blaugefärbten Fortsätzen und auch Drüsenzellen mit blaugefärbten Fäserchen in Verbindung finden. Welcher Art die Verbindung der erwähnten Bälkchen mit den Drüsenzellen ist, ob dieselben nur äusserlich anhaften oder ob sie in die Substanz der Zellen selbst übergehen, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Der Umstand, dass an Isolationspräparaten bei weitem die Mehrzahl der Zellen keine Fortsätze besitzt, scheint für ein loses Anhaften an der Oberfläche der Zellen zu sprechen. Zu Gunsten dieser Ansicht spricht ferner, dass man an den mit Fortsätzen versehenen Drüsenzellen die Fortsätze von der Zellsubstanz meist scharf abgesetzt erblickt.

1) Dieses Archiv Bd. V, p. 334.

2) L. c.

Was die centroacinären Zellen anbelangt, so ist es nach den übereinstimmenden Untersuchungsergebnissen von Langerhans, Saviotti und Boll kaum mehr zweifelhaft, dass dieselben dem System der Ausführungsgänge angehören, und wir wollen jetzt die Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen etwas näher in's Auge fassen. Die Ausführungsgänge mittleren Kalibers, welche beim Frosch von einem ziemlich niedrigen Cylinderepithel ausgekleidet sind, dessen Zellen die basale Auffaserung, wie sie an den von Pflüger sogenannten Speichelröhren der Mundspeicheldrüsen vorkommt, vollkommen fehlt, gehen entweder allmählig oder ziemlich plötzlich in feine Gänge über, die mit Capillaren einige Aehnlichkeit haben und mit einem aus platten, spindelförmigen, zum Theil mit ziemlich langen Fortsätzen versehenen Zellen bestehenden Epithelium versehen sind. Diese Gänge laufen nun noch theilweise wie die Gänge mittleren Kalibers im interstitiellen Gewebe mit den Blutgefässen und Nerven, treten aber dann schliesslich, nachdem sie sich meist vorher noch getheilt haben, in das Innere der Alveolen ein, so dass von nun an die Ausführungsgänge von eigentlichen Drüsenzellen umgeben sind. Dieser Theil der Ausführungsgänge stellt nun die centroacinären Zellen dar (Fig. 5, 6). Die Alveolen selbst haben die Gestalt mehrfach verzweigter, zum Theil ziemlich langer Schläuche, denen ein deutliches Lumen nicht zukommt und welche in der mannichfaltigsten Weise gekrümmt sind, so dass man an Schnitten meist nur kurze Schlauchabschnitte zu sehen bekommt, die sich als rundliche oder längliche Zellhaufen darstellen, je nachdem die Schläuche quer oder schräg durchschnitten sind. Der intraalveolare Theil der Ausführungsgänge ist nun nicht selten von einer einfachen Lage von Drüsenzellen umgeben; an vielen Stellen jedoch, namentlich am Ende der Alveolen, häufig aber auch seitlich aufsitzend, finden sich Anschwellungen des secernirenden Parenchyms, so dass Gruppen von 3, 4 und mehr Zellen einen rundlichen oder länglichen Haufen bilden, in welchen die intraalveolaren Ausführungsgänge nicht mehr eindringen. Die Verbindung der intraalveolaren Ausführungsgänge mit den Drüsenzellen zeigt sich an Schnitten häufig in der Art, dass die letzten centroacinären Zellen mit ihren Fortsätzen zwischen den Drüsenzellen ohne Uebergangsformen sich verlieren. Bisweilen sind aber die letzten centroacinären Zellen von besonderer Form, indem sie nur gegen den Ausführungsgang hin eine spindelförmige Verlängerung zeigen, während sie an

die Drüsenzellen mit einem rundlichen, den Kern tragenden Körper anstossen. Wo Gruppen von Drüsenzellen den centroacinären Zellen seitlich aufsitzen, sieht man manchmal Fortsätze der letzteren unter fast rechten Winkeln abbiegen und zwischen den Drüsenzellen sich verlieren (Fig. 5).

Noch muss eines Verhältnisses gedacht werden, das mir einige Male an Schnitten an den Eintrittsstellen der Ausführungsgänge in das Innere der Alveolen vorgekommen ist, das ich aber nicht mit Sicherheit zu deuten im Stande war. Es scheint nämlich bisweilen, als ob einzelne Zellen des Ausführungsganges, bevor derselbe in den Alveolus eintritt, sich direct auf die Oberfläche des Alveolus begeben, um dort in die Bildung der Membrana propria einzugehen. Allein es sind verschiedene Umstände, die eine klare Anschauung verhindern. Einmal sind die centroacinären Zellen morphologisch so wenig charakterisirt, dass sie mit spindelförmigen Bindegewebszellen, wie sie im interstitiellen Gewebe vorkommen, verwechselt werden können. Zweitens sind die Alveolen des Froschpankreas sehr unregelmässig und verzweigt, und häufig an Schnitten so undeutlich voneinander abgegränzt, dass man nicht selten darüber in Zweifel bleibt, was Oberfläche und was Inneres eines Alveolus ist. Es können endlich auch interalveolare Theile der Schaltstücke oft direct mit den Drüsenzellen in Contact erscheinen, da sie häufig nur durch die sehr zarte Membrana propria von den letzteren getrennt sind. Bei dem begreiflicher Weise nicht sehr häufigen Ereignisse, dass man gerade die Eintrittsstelle eines Ausführungsganges in einen Alveolus an einem Schnitte sieht, ist es daher schwer, zu entscheiden, ob man es wirklich mit Zellen der Ausführungsgänge, die auf die Oberfläche des Alveolus treten, zu thun hat, oder ob man durch eine der früher genannten Quellen der Täuschung irre geführt wird. Ich bin auf die berührte Frage erst in Folge von Untersuchungen an der Parotis aufmerksam geworden und werde daher später, wo von den Mundspeicheldrüsen die Rede sein wird, auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Wie sich aus dieser Darstellung ergibt, zeigen die Alveolen der Bauchspeicheldrüse einen eigenthümlich complicirten Bau, welcher von dem der Mundspeicheldrüsen nicht unbeträchtlich abweicht.

Um das geschilderte Bild zu vervollständigen, müssen wir noch mit einigen Worten der Membrana propria gedenken. Bekanntlich ist gerade über diesen Punkt in neuester Zeit viel verhandelt worden,

wobei die widersprechendsten Ansichten zu Tage kamen. Pflüger besteht darauf, dass jeder Alveolus eine Umhüllung in Form einer allseitig geschlossenen structurlosen Haut besitze, während andere jede besondere Umhüllung der Alveolen läugnen und dieselben nur durch interstitielles Gewebe von einander getrennt sein lassen. Eine dritte Ansicht lässt allerdings eine besondere Umhüllung der Alveolen zu; dieselbe würde aberaus sternförmigen anastomosirenden Zellen bestehen, welche einen durchbrochenen Korb darstellen. In neuester Zeit hat Boll[1]), der diese letztere Vorstellung vertrat, eine Vermittelung mit der Pflüger'schen Ansicht gesucht, indem er jetzt zwischen den Balken seines Drüsenkorbes noch eine Ausfüllung in Form einer überall geschlossenen Haut annimmt. Nach den Erfahrungen, welche ich sowohl am Pankreas, als an den Mundspeicheldrüsen gemacht habe, halte auch ich es für zweifellos, dass die Alveolen an ihrer Oberfläche von einer allseitig geschlossenen Hülle umkleidet sind. Dafür spricht, abgesehen von den Gründen, welche Pflüger dafür anführt, besonders eine Thatsache, die man bei Injectionen zu beobachten Gelegenheit hat; dass nämlich ein in einem Alveolus entstandenes und denselben ganz erfüllendes Extravasat sehr häufig entsprechend der Oberfläche des Alveolus sich scharf abgränzt, ohne in das interstitielle Gewebe sich auszubreiten. Dies wäre nicht denkbar, wenn nicht eine überall geschlossene Gewebeschicht dem Weiterdringen der wässerigen Injectionsflüssigkeit eine Gränze setzen würde.

Was den Bau der Membrana propria anlangt, so glaube ich, dass die Schilderung, welche Boll in seinen Beiträgen zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen gibt, den zu beobachtenden Thatsachen am besten entspricht. Im Pankreas des Frosches sowie auch des Kaninchens und Meerschweinchens sind übrigens die ästigen Zellen und ihre Fortsätze, welche in der Grundmembran sich ausbreiten, sehr zart.

Recht instructive Bilder über das Vorhandensein der Membrana propria und besonders über das im Innern der Alveolen verbreitete Fasergerüste geben Präparate von Drüsen, die mit öligen Massen injizirt sind. Ich versuchte solche Injectionsmassen aus Terpentin- und Olivenöl, die ich mit Alkanna gefärbt hatte, ursprünglich in der Hoffnung, damit vielleicht die fraglichen Speichelcapillaren dar-

---

1) Beiträge zur mikrosk. Anat. der acinösen Drüsen. Berlin 1869.

zustellen. Diese Hoffnung wurde indess nicht erfüllt. Ein Schnitt durch eine derartig injizirte und in Müller'scher Flüssigkeit gehärtete Drüse hat für den ersten Anblick etwas Verwirrendes und sieht, wenn man die Injectionsmasse durch Alkohol und Aether entfernt hat, fast so aus, als ob das Präparat mit dem Pinsel bearbeitet worden wäre (Fig. 3). An vielen Stellen bemerkt man fast nichts als ein Gerüstwerk, bestehend aus den Umhüllungen der Alveolen und den mit denselben in Verbindung stehenden faserartigen Bildungen, während die Drüsenzellen an vielen Durchschnitten von Alveolen gänzlich fehlen, an anderen als verunstaltete, stark comprimirte Massen einseitig an die Membrana propria angedrückt erscheinen. Manchmal sind die Drüsenzellen ringsum von der Alveolenwand abgelöst und stellen einen unregelmässigen Klumpen im Centrum des Alveolus dar, während von der Alveolenwand feine Fäserchen gegen den Zellenklumpen hinziehen. Es ist offenbar, dass die ölige Flüssigkeit die Drüsenzellen zum Theil gänzlich aus ihrer Lage verdrängt, stellenweise auch zertrümmert hat, während die Umhüllung der Alveolen erhalten blieb. An diesen Präparaten kann man nun wiederum deutlich sehen, dass eine Membrana propria wirklich existirt. Ueber die feinere Structur dieser Haut kann man sich indess an solchen Präparaten nicht gut unterrichten, da einerseits vielfach Trümmer von Drüsenzellen auf derselben haften, andererseits auch die Conservirung der Elementartheile in Folge der Injection nicht sehr vollkommen ist. Sehr deutlich sieht man aber, dass die innere Oberfläche der Membrana propria nicht glatt ist, sondern dass mancherlei Fortsätze in das Innere des Alveolus hineinreichen, die zum Theil selbst wieder hautartig sind, grossentheils jedoch die Form von ästigen faserartigen Bildungen besitzen. Mitunter ist von solchen faserartigen Fortsätzen nichts zu sehen, die Alveolen zeigen dann eine ziemlich geräumige Höhle, deren Wand mit unbedeutenden Unebenheiten versehen ist. Bisweilen sieht man auch centroacinäre Zellen in dem Lumen der Alveolen gleichsam frei flottiren, doch ist ein solches Vorkommen selten, da die genannten Zellen ebenso wie die Drüsenzellen häufig entweder zertrümmert oder verunstaltet wurden.

Etwas verschiedene Bilder erhält man, wenn statt mit einer Mischung aus Terpentin- und Olivenöl mit reinem Olivenöl injizirt wurde. Das in die Alveolen eingedrungene Oel behält meistens die Form eines kugeligen Tropfens, der entweder auf der einen Seite

von der Membrana propria, auf der anderen von zur Seite gedrängten Drüsenzellen begränzt ist, oder aber in der Mitte von Zellen sich befindet, die als ziemlich dünne Plättchen die Membrana propria austapeziren. Wenn man solche Präparate mit schwächeren Vergrösserungen betrachtet, so begreift man vollkommen, warum die Alveolen auf Grund von Injectionen in früherer Zeit für beerenförmig gehalten wurden.

Extrahirt man aus solchen Präparaten das Oel mit Alkohol und Aether, so kann man auch hier wieder nicht selten von der Alveolenwand ausgehende, mitunter verzweigte Fäserchen in die früher vom Oel eingenommene Höhle hineinragen sehen. Auch centroacinäre Zellen kann man an diesen Präparaten und zwar häufiger als an den früher besprochenen beobachten, da das reine Olivenöl die Gewebeelemente viel weniger angreift, als eine Mischung aus Terpentin- und Olivenöl.

Um mit Hülfe dieser Oelinjectionen zu entscheiden, ob die mittelst Berlinerblau injizirbaren Netze identisch seien mit dem intraalveolaren Fasernetze, machte ich den Versuch, mit Berlinerblau injizirte Bauchspeicheldrüsen unmittelbar darauf auch mit Oel zu injiziren. Es lässt sich dies leicht mit Hülfe conischer Canülen ausführen, da man nicht nöthig hat, dieselben in den Ductus choledochus einzubinden. Gewöhnlich geschah es, dass das Oel nicht in dieselben Alveolen eindrang, in welchen sich bereits Berlinerblau befand. An einigen Stellen findet man aber doch Oel und Berlinerblau in denselben Alveolen. Es lässt sich dann in der That mitunter konstatiren, dass blau gefärbte ästige Fäserchen, welche da und dort in ungefärbte übergehen, von der Alveolenwand in die Höhle hineinragen oder zwischen den auf die Seite gedrängten Zellen sich verlieren (Fig. 4). Es ist damit, wie ich glaube, ein Beweis gegeben, dass es das intraalveolare Netz ist, welches sich bei der Injection blau färbt.

Noch muss ich eines Punktes gedenken, der für die Auffassung der Pankreasstructur von Bedeutung wäre wegen der Analogie, welche dadurch mit gewissen Drüsen wirbelloser Thiere, z. B. den Speicheldrüsen der Schnecken, hergestellt würde. Bei diesen Drüsen steckt nämlich jede Zelle in einer eigenen Umhüllung (Tunica propria) [1]). An den mit Oel injizirten Bauchspeicheldrüsen des Frosches

---

1) Leydig: Histologie p. 348.

sah ich, wie bereits erwähnt wurde, von der Membrana propria ausser Fäserchen da und dort auch hautartige Scheidewände in das Innere der Alveolen abgehen. Allein bezüglich der Deutung dieser Thatsache konnte ich keine genügende Sicherheit gewinnen. An vielen Präparaten sieht man nämlich unzweifelhafte drehrunde Fasern und es ist sehr wohl möglich, dass die Fälle, wo man membranöse Scheidewände zu sehen bekommt, sich so erklären, dass an drehrunden Fäserchen anhaftende Zellfragmente hautartige Bildungen vortäuschen. Indessen ist immerhin auffallend, dass derartige Bilder sehr häufig sind. Es scheint mir am wahrscheinlichsten, dass man es, ähnlich wie an der Membrana propria der Alveolen, mit membranösen Bildungen zu thun hat, in welchen rippenartige Verdickungen vorkommen. Auf diese Weise lassen sich alle Bilder am ungezwungensten erklären, und es wird auch der Umstand begreiflich, dass man an Schnitten nicht injizirter Drüsen fast überall die zwischen den Drüsenzellen befindliche Substanz in Form von Streifen und nicht in Form von den Querschnitten drehrunder Fäserchen entsprechenden Punkten zu sehen bekommt.

Indem ich alle im Vorhergehenden aufgeführten Beobachtungen zusammenfasse, glaube ich folgende Sätze über den Bau der Pankreasalveolen (zunächst des Frosches) aussprechen zu dürfen.

1. Die Alveolen des Pankreas stellen verzweigte und mit seitlichen Ausbuchtungen versehene Schläuche ohne deutliches Lumen dar, welche durch eine hautartige allseitig geschlossene Umhüllung (Membrana propria) begränzt sind.

2. Die Ausführungsgänge, in ihren Anfängen aus spindel- und sternförmigen Zellen bestehend, beginnen im Inneren der Alveolen und stellen die sogen. centroacinären Zellen dar.

3. Von der Membrana propria gehen in das Innere der Alveolen faserige oder hautartige, mit faserartigen Verdickungen versehene Fortsätze ab, welche unter sich anastomosirend ein Reticulum bilden, das mit den Fortsätzen der centroacinären Zellen zusammenhängt.

4. In den Maschen dieses Reticulums liegen die Drüsenzellen und zwar meist je eine in einer Masche. Die Drüsenzellen selbst haben keine Fortsätze, was man als solche ansehen könnte, sind wahrscheinlich nur äusserlich anhaftende Bälkchen des Reticulums.

Wenn wir mit diesen Vorstellungen an die Beurtheilung der Injectionsresultate mit Berlinerblau gehen, so könnte man zunächst

daran denken, dass die Balken des erwähnten Netzwerkes hohl seien und die capillarenartigen Anfänge der Speichelgänge darstellen. Und diese Vorstellung gewinnt noch dadurch eine bedeutende Stütze, dass man an injizirten Präparaten blau gefärbte Fäserchen, welche theils an den Zellen anhaften, theils zwischen denselben verlaufen, sehen kann. Andererseits stehen dieser Annahme aber so grosse Schwierigkeiten im Wege, dass wir gezwungen sind, dieselbe fallen zu lassen. Die intraalveolaren Ausführungsgänge sind so beschaffen, dass ihr Lumen zwischen den centroacinären Zellen liegt. Diese Zellen hören inmitten des Alveolus auf und wir sehen nur mehr Fortsätze derselben, welche sich mit dem intraalveolaren Netze verbinden, zwischen die Drüsenzellen eindringen. Wir müssten also plötzlich die speichelausführenden Wege, wenn wir sie gegen ihren Ursprung verfolgen, in die Fortsätze von Zellen verlegen, während sie früher als wahre Intercellularräume zwischen den Zellen lagen. Zu einer solchen Annahme sah sich in der That Langerhans gezwungen, allein Henle[1]) hat mit Recht auf die Unerklärlichkeit eines derartigen Verhältnisses aufmerksam gemacht. Zu dieser Schwierigkeit kommt noch der Umstand, dass das fragliche Netz nicht durchgehends aus drehrunden Gebilden zu bestehen scheint, und dass sich dasselbe mit der Membrana propria der Alveolen verbindet, was jedenfalls für ein System von Secretionsröhrchen sehr sonderbare Facta wären.

Wenn wir daher über die Anfänge der Secretionswege der Speicheldrüsen uns eine Vorstellung bilden können, die keine derartigen Schwierigkeiten involvirt und gleichzeitig das Factum erklärt, dass durch Injection bisweilen regelmässige, die Zellen umspinnende Netze entstehen können, so ist eine solche Vorstellung unbedingt vorzuziehen. Folgendes Schema scheint mir diesen Anforderungen zu genügen: Das einerseits von der Umhüllung der Alveolen, andererseits von den centroacinären Zellen ausgehende Netz schliesst eine Menge von kleinen Hohlräumen ein, welche sowohl unter sich als auch mit dem Lumen der Ausführungsgänge durch die zwischen den letzten centroacinären Zellen befindlichen Zwischenräume in Verbindung stehen. In diesen Hohlräumen befinden sich nun die Drüsenzellen, welche stellenweise den Netzbalken ziemlich fest anhaften. Das von den Zellen abgesonderte Drüsensecret ist überall zwischen der Ober-

1) Jahresber. für 1869, p. 77.

fläche der Drüsenzellen und den Netzbalken verbreitet, und die Anfänge der Speichelgänge haben mithin keine selbständige Form, sondern stellen ein unregelmässiges Lückenwerk dar, das einerseits von den Drüsenzellen, andererseits von den Balken des Netzwerkes begränzt ist. Um diese Vorstellung durch einen Vergleich deutlicher zu machen, könnten wir die Anfänge der Speichelgänge mit den Lymphwegen im Inneren einer Lymphdrüse, die Drüsenzellen mit den Follikeln und Follikularsträngen, die Balken des intraalveolaren Netzes mit den Trabekeln der Lymphdrüsen in Parallele setzen.

Es lässt sich nicht läugnen, dass die Injectionsresultate, wie man sie gewöhnlich erhält, sich ungezwungen durch unsere Annahme erklären lassen. Die Masse dringt eben überall zwischen die Zellen ein, theils in Form von Canälen, theils aber die Zellen ganz umfliessend oder bei etwas stärkerem Drucke wohl auch die Zellen comprimirend, so dass man dann injizirte Zellen vor sich zu haben glaubt. Dieses letztere namentlich dann, wenn man durch die blaue Masse den Kern als ungefärbten Fleck hindurchschimmern sieht. Die Injectionsresultate mit öligen Flüssigkeiten sind dann ebenfalls leicht verständlich, während unter der Voraussetzung, die fraglichen Netze seien die Speichelcapillaren, nicht begreiflich wäre, dass dieselben auch nur ein einziges Mal bei einer Injection mit Oel erhalten bleiben. Auch das, wie ich hier nochmals betonen mus, jedenfalls nicht gewöhnliche Vorkommniss, dass das injizirte Netz ganz regelmässig aus drehrunden Kanälchen zusammengesetzt erscheint, lässt sich begreifen. Ich verweise auf das bereits in der Einleitung Gesagte und will hier nur noch hinzufügen, dass es eine bekannte Erfahrung ist, wie leicht sich lösliches Berlinerblau auf Zellen, Fasern etc. niederschlägt. Bei einer misslungenen Injection einer Kaninchenniere vom Ureter aus beobachtete ich zufällig eine in dieser Beziehung interessante Thatsache, die wohl der Mittheilung werth ist. Es waren starke Extravasate entstanden und an der Nierenkapsel hatten sich mehrere Lymphgefässe schwach mit Berlinerblau gefüllt. Bei der mikroskopischen Untersuchung des vorher in Alkohol gehärteten Präparates zeigte sich nun an einigen dieser Lymphgefässe eine Endothelzeichnung, die frappant einer Silberzeichnung ähnlich sah, bei welcher die schwarzen Conturen durch blaue ersetzt waren. Aehnliche Bilder kann man manchmal auch an sogen. echten Epithelien sehen, die mit wässerigem Berliner-

blau in Berührung gekommen sind. Mit Rücksicht auf derartige Erfahrungen darf es uns daher nicht überraschen, wenn gelegentlich die Injectionsmasse gerade an den Balken des intraalveolaren Netzes sich niederschlägt und so feine Capillarröhrchen vortäuscht. Bei der grossen Feinheit der in Rede stehenden Gebilde ist es aber wohl unmöglich, direct zu sehen, ob das Blau auf der Oberfläche oder im Inneren der Bälkchen enthalten ist.

Mit einigen Worten müssen wir noch der Frage gedenken, ob die Speichelcapillaren mit selbstständigen Wandungen versehen sind, wie Langerhans und Gianuzzi glauben, oder ob sie solcher entbehren, wie Saviotti, Pflüger und Ewald annehmen. Es kann sich, wie ich glaube, nur darum handeln, ob das von Boll entdeckte intraalveolare Gerüste als Speichelcapillarnetz aufzufassen ist oder nicht; denn stets folgt die Injectionsmasse in den Fällen, wo deutliche Netze injicirt sind, den Balken der Gerüstsubstanz. Man sieht an den centroacinären Zellen häufig die Fortsätze blau gefärbt; und dass man blau gefärbte Fäserchen entweder durch Maceration oder mit Hülfe der Oelinjectionen isoliren und in Zusammenhang mit ungefärbten Faserstückchen sehen kann, wurde bereits früher bemerkt. Ich war auch lange Zeit geneigt, dieses intraalveolare Netz als Netz der Secretionscapillaren anzusehen; allein gerade das Studium des Pankreas brachte mich von dieser Ansicht ab.

Es darf übrigens nicht verschwiegen werden, dass auch die hier gegebene Darstellung der Structur der Pankreasalveolen Schwierigkeiten involvirt. Die centroacinären Zellen gehören dem System der Ausführungsgänge an und sind in dieser Eigenschaft als echte Epithelzellen anzusehen. Diese Zellen stehen nun mittelst ihrer Fortsätze direct oder indirect in Verbindung mit der Umhüllung der Alveolen, welche letztere von allen neueren Untersuchern dem Bindegewebe zugezählt wird. Die Behauptung der Continuität zwischen echten Epithelien und Elementartheilen des Bindegewebes hat jedenfalls viel Missliches, wenn sie auch nicht vereinzelt in der Litteratur dastehen würde. Die histogenetische Bedeutung der Membrana propria scheint mir aber doch noch nicht vollkommen sicher zu stehen. Es wäre wohl möglich, dass dieselbe als Epithelialgebilde aufzufassen ist. Später werde ich noch einer Beobachtung an den Lippendrüsen des Menschen gedenken, die einer solchen Auffassung günstig ist.

Bevor wir das Pankreas verlassen, möge noch der eigenthümlichen, aus rundlichen, glänzenden körnchenfreien Zellen bestehenden Haufen gedacht sein, welche Langerhans im Pankreas auffand und die er vermuthungsweise für nervöse Apparate hält. Saviotti hat später dieselben Zellen als den Ausführungsgängen angehörig angesehen. Diese letztere Auffassung halte ich nicht für richtig. An Schnitten von in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Bauchspeicheldrüsen des Frosches fallen diese Zellhaufen durch ihre stark gelbliche Färbung auf und stellen fast stets rundliche, seltener längliche Massen dar. Ein Lumen sah ich in denselben nie, ebenso fand ich an Injectionspräparaten dieselben nicht injicirt. Dagegen war mir auffallend, dass in der Umgebung dieser Zellhaufen häufig grössere venöse Blutgefässe zu beobachten sind. Ich will mich jeder Vermuthung über die Bedeutung dieser Zellhaufen enthalten, da ich keine eingehenderen Untersuchungen über dieselben angestellt habe.

Mundspeicheldrüsen.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse besprochen werden, welche sich bezüglich der angeblichen Secretionscapillaren durch die Untersuchung einiger Mundspeicheldrüsen ergeben haben. Es wurden untersucht: Die Parotis des Meerschweinchens, des Kaninchens, des Hundes und der Katze, die Submaxillardrüse derselben Thiere. Es würde vielleicht zweckmässig sein, die Parotis und die Submaxillaris gesondert zu besprechen; denn obwohl diese beiden Drüsen einige Eigenthümlichkeiten, die dem Pankreas fehlen, miteinander gemein haben, so gibt es doch auch wesentliche Differenzpunkte namentlich bezüglich der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen. Denn merkwürdiger Weise scheinen die centroacinären Zellen an der Submaxillardrüse wenigstens des Hundes und des Kaninchens gänzlich zu fehlen, während sie an der Parotis vorkommen, wenn auch in geringerer Entwickelung als am Pankreas. Die Submaxillaris würde also in dieser Beziehung einen eigenen Typus darstellen. Meine Untersuchungen erstrecken sich indess auf ein viel zu geringes Material, um allgemeine Schlüsse zu ziehen, und ich muss mich mit fragmentarischen Mittheilungen begnügen. Ich beginne mit der Submaxillaris des Hundes.

Was zunächst den Bau der Alveolen anlangt, so kann ich auf Grund eigener Beobachtungen mich vollkommen Dem anschliessen,

was Boll in seiner Abhandlung über die Bindesubstanz der Drüsen [1]) darüber bemerkt hat. Auch ich sehe hier das intraalveolare Netz besonders klar entwickelt und finde, wie Boll, dass alle die Doppelteonturen, die man im Innern der Alveolen sieht, auf dieses Netz bezogen werden müssen, während man Gränzen der Zellen nie oder fast nie zu sehen bekommt. Isolirte Zellen zeigen meistens keinen Doppelcontur. Wo ein solcher vorhanden ist, bleibt er gewöhnlich nur auf einen Theil der Zelle beschränkt, und beim Rollen der Zelle überzeugt man sich, dass er von einer der Zelle aufgelagerten Faser herrührt. Nicht selten sieht man solche den Zellen anhaftende Fasern beiderseits über die Zelle hinausragen. Die von den Zellen häufig in der Nähe des Kernes abgehenden Fortsätze sind ebenfalls solche nur an der Zelloberfläche fest anhaftende Fasern, die übrigens mit der Zollsubstanz selbst nicht in Continuität zu stehen scheinen; oft sieht man solche Fasern gabelförmig getheilt ein Stück weit auf der Zelle verlaufen und dann plötzlich enden. Der Kern der Speichelzelle liegt dann meistens knapp an der Bifurcationsstelle. Diese Beobachtungen wurden an Macerationspräparaten aus verdünnter Chromsäure und doppeltchromsaurem Kali gemacht. Es gehören also, wie ich glaube, die vielfach besprochenen Fortsätze der Speichelzellen des Hundes ebenfalls dem intraalveolaren Netze an, zum Theil, wenn man will, der Umhüllung der Alveolen, da diese Fortsätze gewöhnlich ganz oberflächlich unmittelbar unter der Membrana propria liegen.

Die Alveolen der Submaxillaris des Hundes zeigen bekanntlich am reinen Querschnitte gewöhnlich ein sehr regelmässiges kreisrundes Lumen. Interessant ist es nun, dass man nicht selten Theile des intraalveolaren Gerüstes als unmittelbare Begränzung des Lumens sieht, ein Umstand, der mir, so lange ich der Ansicht war, dass das Boll'sche Netz das System der Secretionscapillaren sei, viel Kopfzerbrechen machte. (Vergl. Fig. 7, d'.) Noch muss ich einen Punkt erwähnen, der mit der hier gegebenen Darstellung in Widerspruch zu sein scheint. Heidenhain [2]) schreibt nämlich den Zellen der Submaxillaris des Hundes ganz entschieden Membranen zu. Ich glaube, dass diese Angabe sich nicht strikte aufrecht erhalten lässt und stelle mir die Sache in Analogie mit dem über das Pan-

---

1) Archiv f. mikrosk. Anat. p. 339.

2) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau, 4. Heft 1868, p. 13

kreas Angeführten so vor, dass die erwähnten Fasern und Fortsätze rippenartige Verdickungen in membranösen Scheidewänden darstellen, welche die einzelnen Zellen von einander trennen, mit der Zellsubstanz aber in viel innigerer Berührung stehen, als das intraalveolare Gerüste des Pankreas mit den Pankreaszellen, wofür die später zu erwähnenden Injectionsresultate sprechen.

Wir wenden uns nun zu der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen. In den Mundspeicheldrüsen finden sich im Gegensatze zum Pankreas ganz eigenthümlich gebaute Ausführungsgänge mittleren Kalibers, die Pflüger mit dem Namen Speichelröhren bezeichnete. Dieselben zeichnen sich durch ein hohes Cylinderepithel aus, dessen Zellen an der Basis pinselartig aufgefasert sind. Diese Speichelröhren nun theilen sich vielfach meist unter spitzen Winkeln (die Ausführungsgänge des Pankreas dagegen unter rechten oder stumpfen Winkeln) und gehen dann ganz plötzlich in kurze Gänge über, welche mit einem kubischen Epithel ausgekleidet sind. Diese Gänge, welche den Speichelröhren end- oder seitenständig aufsitzen können, theilen sich sehr häufig unmittelbar nach ihrem Abgange in zwei Aeste, welche mit dem Speichelrohre, von dem sie abstammen, eine Tförmige Figur bilden. Diese mit kubischem Epithel ausgekleideten Gänge, welche, wie ich glaube, nicht unpassend als Schaltstücke bezeichnet werden können, gehen nun nach kurzem Verlaufe in der Art in die Alveolen über, dass einfach an Stelle der kubischen Zellen die Mosaik der Speichelalveolen tritt. Statt einer weiteren Beschreibung verweise ich auf Figur 7, welche eine solche Verbindung möglichst getreu wiedergibt. An dünnen Schnitten von in Alkohol erhärteten Drüsen sind diese Verbindungen sehr leicht zu sehen, wenn man die Präparate mit Blauholzextract tingirt. Die Kerne des Epithels der Schaltstücke, die ziemlich nahe aneinander liegen, färben sich besonders lebhaft blau und man sieht schon bei einer 100fachen Vergrösserung die Schaltstücke als kurze blaue Schläuche deutlich hervortreten. Mit starken Vergrösserungen kann man dann die Details studiren.

Wir haben also hier eine Art der Verbindung zwischen Alveolen und Ausführungsgängen, welche von der am Pankreas beobachteten total verschieden ist. Man stösst in der That auf grosse Schwierigkeiten, wenn man diese beiden Arten der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen miteinander vergleichen will. Denn abgesehen von dem Eindringen der Epithelzellen in das In-

nere der Alveolen in dem einen Falle, besteht eine wesentliche Verschiedenheit in Betreff des intraalveolaren Netzes. Im Pankreas sehen wir die centroacinären Zellen selbst mit Fortsätzen versehen, welche mit dem Netze sich verbinden; in der Submaxillaris des Hundes setzt sich die Membrana propria des Alveolus auf die Schaltstücke der Ausführungsgänge fort und in das Innere der Schaltstücke dringen ebenso Gerüstbälkchen zwischen die Epithelzellen, wie zwischen die Drüsenzellen der Alveolen. Ich verweise auf die Abbildung (Fig. 7), in welcher man die doppeltconturirten Linien aus den Alveolen an die kubischen Zellen herantreten und theils an deren innerer, der Lichtung zugewendeten Seite, zum Theil auch zwischen den Zellen verlaufen sieht. An der Oberfläche der Schaltstücke ist eine kernhaltige Schichte zu unterscheiden, die man wohl als Fortsetzung der Membrana propria ansehen muss.

Ein ähnliches Verhalten der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen, wie bei der Submaxillaris des Hundes, lässt sich auch bei der Unterkieferdrüse des Kaninchens beobachten; auch hier wird der Uebergang durch allerdings etwas längere Schaltstücke als beim Hunde, welche ebenfalls mit kubischem Epithel ausgekleidet sind, vermittelt. Ueber das Verhalten des intraalveolaren Gerüstes, das beim Kaninchen ebenso wie die Membrana propria jedenfalls schwach entwickelt ist, kann ich nichts Näheres aussagen. Bezüglich der Schaltstücke muss noch hervorgehoben werden, dass den kubischen Zellen aussen noch deutliche spindelförmige Zellen aufliegen, welche in die Umhüllung der Alveolen übergehen.

Auch bei den Schleimdrüsen fehlen, wie es scheint, die centroacinären Zellen gänzlich. Gute Präparate, an welchen man den Uebergang der Ausführungsgänge in die Alveolen sieht, erhielt ich von den Lippendrüsen des Menschen; ein solches ist in Fig. 9 dargestellt. Der Ausführungsgang a, von hohen Cylinderzellen ausgekleidet, schliesst sich plötzlich ohne Vermittelung eines Schaltstückes an die Schleimzellen des Alveolus an. Dieser letztere ist von einer gut entwickelten Membrana propria umgeben, an welcher man da und dort deutlich eine Zusammensetzung aus zelligen Elementen erkennen kann. Diese zelligen Elemente setzen sich nun direct in die Cylinderzellen des Ausführungsganges fort, und manchmal sieht man Uebergangsformen von den platten Zellformen der Membrana propria zu den Cylinderzellen des Ausführungsganges, der selbst

nur aus einer einfachen Zellenlage besteht und nicht wie das Schaltstück der Submaxillaris des Hundes von einer Fortsetzung der Membrana propria überkleidet wird. Dieses merkwürdige Verhältniss spricht offenbar dafür, dass wenigstens bei den in Rede stehenden Schleimdrüsen die Membrana propria eine epitheliale Bildung, eine Fortsetzung des Ausführungsganges darstellt, so dass also das secernirende Parenchym gleichsam in dem blinden Ende des Ausführungsganges steckt. Ich lege auf dieses Verhältniss ein besonderes Gewicht, weil es geeignet ist, die früher erwähnten Schwierigkeiten zu beseitigen, welche unter der Voraussetzung, die Membrana propria sei eine Bindegewebsbildung, erwachsen. Bei der Submaxillaris des Hundes müssen wir, da die Membrana propria auch die Schaltstücke überzieht, annehmen, dass dieselbe in die Zellen der Speichelröhren übergeht. Soviel scheint mir sicher, dass die Speichelröhren aus einer einfachen Zellenlage bestehen und nicht mehr von der Membrana propria überzogen werden. Um die interessante Frage nach der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen im Zusammenhange zu besprechen, möge hier noch dasjenige folgen, was ich an der Parotis, insbesondere der des Meerschweinchens und Kaninchens ermittelt habe. Auch an der Parotis schieben sich zwischen Alveolen und Speichelröhren Schaltstücke, die aber viel länger sind als an der Submaxillaris und mit spindelförmigen Epithelzellen ausgekleidet sind. Der Uebergang der Speichelröhren in die Schaltstücke ist ein ziemlich unvermittelter; an Stelle der hohen Cylinderzellen mit basaler Auffaserung treten plötzlich erst ziemlich kurze, dann längere Spindelzellen, wobei das Rohr eine drei- bis viermal geringere Dicke erhält. Dort wo die Schaltstücke in die Alveolen übergehen, findet gewöhnlich eine zwei-, drei- bis vierfache Theilung derselben statt und unmittelbar an der Theilungsstelle tritt dann das Alveolenepithel auf. Zur Verdeutlichung der etwas complicirten Verhältnisse, die jetzt zu besprechen sind, verweise ich auf Figur 11. In diesem Falle theilt sich der Gang in drei Zweige, von einem derselben ist in der Zeichnung nur mehr der Anfang zu sehen. Man sieht nun, wie über die dachziegelartig einander deckenden Spindelzellen der Schaltstücke die Drüsenzellen sich herüber schieben, so dass das Ende des Ausführungsganges im Alveolus steckt, wie der Stiel im Apfel; ein Vergleich, den bereits Boll gebraucht hat. Die letzten Zellen der Schaltstücke zeigen zum Theil ganz enorm lange Fortsätze, welche im Innern des Alveolus

zwischen den Zellen sich verlieren. Allein nicht blos in das Innere des Alveolus dringen die Schaltstückzellen als centroacinäre Zellen ein; ein Theil derselben geht, wie ich mich hinreichend überzeugt zu haben glaube, und wie man auch an dem abgebildeten Präparate bei b′ sehen kann, direct auf die Oberfläche des Alveolus über, um in die Bildung der Membrana propria einzugehen.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich an der Parotis des Kaninchens, des Hundes und der Katze. Wie die Membrana propria bei der Parotis und beim Pankreas sich zu den Schaltstücken verhält, ist schwer mit Bestimmtheit zu sagen, da gerade bei diesen Drüsen die Membrana propria wegen ihrer Zartheit auch an den Alveolen ohne besondere Hülfsmittel häufig schwer oder gar nicht wahrgenommen werden kann. Ich halte indessen dafür, dass die Schaltstücke an der Parotis wie auch am Pankreas aus einer einfachen Zellenlage bestehen. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als wie gesagt, an der Parotis und vermuthlich auch am Pankreas bisweilen Zellen der Schaltstücke nach aussen von den Drüsenzellen auf die Oberfläche der Alveolen übergehen. Nach diesen, wie ich gestehen muss, von einem befriedigenden Abschlusse leider noch weit entfernten Untersuchungen der Verbindungen der Alveolen mit den ausführenden Gängen wollen wir uns zu den Injectionsergebnissen an den Mundspeicheldrüsen wenden und mit der Unterkieferdrüse des Hundes beginnen. Die Injectionen mit Berlinerblau führten trotz zahlreicher, darauf gerichteter Versuche niemals zur Darstellung eines so regelmässigen Netzes, wie wir es am Pankreas kennen gelernt haben. Häufig drang die Masse nur bis in die centralen Lichtungen der Alveolen, welche sich entsprechend den Theilungen der letzteren bisweilen verästeln und die Injection lehrte dann nicht mehr, als man an nicht injicirten Drüsen sehen kann. Bei stärkerem Drucke (50—70 Mm. Quecksilber) drang aber die Masse auch häufig zwischen die Zellen ein und erzeugte dann die mannigfaltigsten Bilder. Nicht selten sieht man Alveolen, in welchen die Masse, den Balken des intraalveolaren Netzes folgend, entweder in scheinbar drehrunden Canälen oder in mehr diffusen Bahnen hier und da bis unter die Membrana propria gedrungen ist und dort entweder flächenartig sich ausgebreitet hat oder noch streckenweise in scheinbar drehrunden Canälen fortfliessend Andeutungen von Netzen erzeugt hat. Am leichtesten scheint die Masse dort unter die Membrana propria zu dringen, wo sich die sogen. Halbmonde

befinden; manchmal sieht man dieselbe auch zwischen den Zellen des Halbmondes und den Schleimzellen. Häufig sieht man das Berlinerblau in Form von Tropfen in die Zellenmosaik eingedrungen; oft beobachtet man Bilder, die für vollständig injicirte Zellen imponiren können. Man sieht nämlich scharf umgränzte blaue Flecken von der Form und Grösse einer Drüsenzelle, an welchen man bisweilen, wenn man mit Carmin tingirt hat, den Kern durchschimmern sieht. Oft kann man beobachten, wie zu diesen Flecken, die man in einem Schnitte nach Dutzenden zu sehen bekommt, ein drehrunder blauer Faden hinläuft. Ich habe mich namentlich mit Rücksicht auf die Ansichten, welche Pflüger jüngst über den Bau der Leber[1]) und der Speicheldrüsen[2]) veröffentlicht hat, ernstlich mit der Frage beschäftigt, ob wir es hier mit injicirten Zellen zu thun haben. Denn offenbar könnte man die erwähnten blauen Flecken so deuten und die drehrunden blauen Fäserchen, die zu diesen Flecken hinführen, als Ausführungsgänge auffassen. Diese Vorstellung hat namentlich deshalb viel Verführerisches, weil dann die scheinbar so complicirten Speicheldrüsen auf den einfachen Typus der einzelligen Drüsen, wie sie bei den Hirudineen etc.[3]) vorkommen, zurückgeführt werden könnten.

Wenn man nur die Injectiensresultate an der Submaxillaris des Hundes im Auge behielte, würde man schwer in's Klare kommen. Die erwähnten blauen Flecke nehmen unzweifelhaft den Raum einer Zelle ein. Ob sie nun wirklich injicirte Zellen sind oder ob ihre scharfe Begrenzung nur daher rührt, dass eine Zelle zertrümmert wurde, während die umgebenden Zellen Widerstand leisteten, oder ob vielleicht gar nur das Berlinerblau sich auf der Oberfläche einer Zelle niedergeschlagen hat, nachdem dieselbe von ihrer Umgebung losgewühlt wurde, lässt sich schwer mit Sicherheit entscheiden; davon kann man sich aber überzeugen, dass der scheinbare zuführende Canal nichts ist als ein Stück des intraalveolaren Netzes, auf dessen Oberfläche sich das Berlinerblau niedergeschlagen hat, denn die fraglichen blauen Streifen können häufig in Zusammenhang mit ungefärbten Theilen des, wie schon erwähnt wurde, hier besonders deutlichen intraalveolaren Netzes erblickt werden. Dass das intra-

---

1) Arch. f. Physiologie, Bd. II, p. 459.

2) Dieses Archiv, Bd. V, p. 203.

3) Vergl. Leydig Histologie, l. c. u. p. 115, p. 120.

alveolare Netz in dieser Drüse auf keinen Fall als Speichelcapillarnetz angesehen werden darf, geht schon daraus hervor, dass es nicht nur zwischen den Zellen, sondern auch an der inneren Oberfläche derselben, angränzend an das Lumen der unzweifelhaften, speichelausführenden Gänge, angetroffen wird. (Vergl. Fig. 7.) Wenn die Fasern des intraalveolaren Netzes Canälchen wären, so könnte man sich keine befriedigende Vorstellung davon machen, wie sie mit den Ausführungsgängen zusammenhängen.

Durch Injectionen mit Oliven- und Terpentinöl konnte ich keine ähnlichen Erfolge erzielen, wie beim Pankreas. Ich muss übrigens gestehen, dass ich für diese Injectionen, welche ich erst in letzter Zeit cultivirte, leider nur wenig Material zur Verfügung hatte, so dass ich möglicherweise bei zahlreicheren Versuchen bessere Resultate erzielt hätte. Die öligen Massen dringen übrigens ziemlich leicht ein. Entweder füllte sich nur das centrale Lumen der Alveolen oder das Oel wühlte die Zellen von der Membrana propria los. An solchen Stellen kann man dann häufig noch Extraction des Oeles, da und dort Schleimzellen noch mit der abgehobenen Membrana propria durch faserartige Fortsätze in Verbindung sehen. Besonders leicht werden die sogen. Halbmonde von der Membrana propria losgewühlt. Ein Eintreiben der Masse zwischen die einzelnen Schleimzellen und eine Zertrümmerung derselben gelang übrigens selbst bei Anwendung eines Druckes nicht, bei welchem die Membrana propria an vielen Stellen durchbrochen wurde.

Erwähnenswerth ist hier noch die Thatsache, dass ölige Injectionsmassen sehr leicht durch die Cylinderzellen der Speichelröhren hindurchdringen, so dass dieselben nach der Entfernung des Oeles wie von zahlreichen Vakuolen erfüllt aussehen. Aehnliches kann man bisweilen auch an den Zellen des Halbmondes beobachten. Das Berlinerblau dringt übrigens auch leicht durch die Wände der Speichelröhren, und ich habe sowohl an der Unterkieferdrüse des Hundes, als auch an den Parotiden verschiedener Thiere oft zahlreiche Speichelröhren ringsum von Berlinerblau umgeben gefunden, ohne dass irgendwo die Masse durch die Alveolen extravasirt wäre. Bei Injectionen mit Berlinerblau lässt sich übrigens nicht so leicht wie bei Injectionen mit Oel konstatiren, dass die Masse ihren Weg durch die Zellen nimmt.

Die Submaxillardrüse des Kaninchens lässt sich schwer injiciren; das Berlinerblau drang mir stets nur in die oberflächlich liegenden

Alveolen und füllte dort entweder nur die centralen Lichtungen oder drang auch stellenweise theils in drehrunden, theils in mehr diffusen Bahnen zwischen die Zellen ein; regelmässige Netze erhielt ich niemals. Das Eindringen der Injectionsmasse in die Zellen kommt auch hier vor. Sehr leicht geschieht es, dass die Injectionsmasse einen ganzen Alveolus blau färbt. Man kann sich dann von der Existenz einer geschlossenen Membrana propria überzeugen, indem die injicirte Masse nicht selten entsprechend dem Contur des Alveolus scharf abgegränzt erscheint. Bei der Submaxillaris des Kaninchens bekommt man übrigens auch leicht Extravasate in das interstitielle Gewebe, was bei der Unterkieferdrüse des Hundes, deren Alveolen eine weit stärkere Membrana propria besitzen, auch bei Anwendung eines hohen Druckes selten geschieht.

Was die Injectionen an den Parotiden betrifft, so will ich eingehender nur die Parotis des Meerschweinchens berücksichtigen, weil ich an derselben die meisten Untersuchungen machte. Bei einem Drucke von 45—50 Mm. Quecksilber füllt sich diese Drüse grossentheils mit Berlinerblau; schöne regelmässige Netzzeichnungen sind indessen selten und stets nur auf wenige Alveolen beschränkt. Ich habe in Fig. 6 einen solchen regelmässig injicirten Alveolus mit Hülfe der Camera lucida dargestellt. Einzelne Balken des blauen Netzes erscheinen sehr scharf conturirt und drehrund, andere sind mehr verwachsen. Die Netzbalken entsprechen theils den Conturen der Zellen, theils gehen sie über die Zellen hinweg. Dass die blauen Netzbalken identisch sind mit den Balken des intraalveolaren Netzes, davon kann man sich auch hier überzeugen. Das gewöhnliche Injectionsresultat ist indessen ein anderes. Es füllen sich die centralen Gänge der Alveolen und die Masse drängt in Form von Tropfen die Zellen auf die Seite, so dass der centrale Hohlraum nicht selten wie eine Aehrenspindel mit Blüthen ringsum von blauen Kügelchen umgeben ist. Ausserdem dringt die Masse in der mannigfaltigsten Weise zwischen die Zellen bis unter die Membrana propria.

Sehr instructiv sind an dieser Drüse Injectionen mit öligen Massen. Eine Mischung aus zwei Theilen Terpentin- und einem Theile Olivenöl lässt sich sehr leicht bei geringem Drucke in die Alveolen treiben. Fertigt man von einer derartig injicirten Drüse Schnitte an, so findet man nach der Extraction des Oeles ein Bild, das auf den ersten Anblick einige Aehnlichkeit zeigt mit einem

Schnitte von der Submaxillaris des Hundes oder von einer Schleimdrüse. Man sieht nämlich die Balken des intraalveolaren Netzes sehr scharf hervortreten, während die Zwischenräume zwischen denselben ganz blass erscheinen. (Vergl. Fig. 10.) Die Aehnlichkeit ist indess nur eine oberflächliche. Denn während bei den genannten Drüsen die Maschenräume des intraalveolaren Netzes von blassen sogen. Schleimzellen erfüllt werden, sind hier die Maschenräume leer und die Zellen sind zur Seite geschoben, theils zertrümmert, theils zu unscheinbaren Klümpchen komprimirt (Fig. 10, d); kurz man erhält ein Bild, das dem früher vom Froschpankreas geschilderten sehr ähnlich, nur vielleicht noch prägnanter ist. Man sieht die feinen Bälkchen von der Membrana propria ausgehend im Innern des Alveolus die zierlichsten Netze bilden; ebenso sieht man an glücklich geführten Schnitten den Zusammenhang dieser Bälkchen mit den Fortsätzen der Spindelzellen der Schaltstücke. Wendet man statt der erwähnten Mischung reines Olivenöl an, so kann man auch hier wiederum bemerken, dass das Bild ein wesentlich anderes wird. Das Olivenöl füllt meist in Form von Tropfen grosse Abschnitte der Alveolen aus; intraalveolares Netz und Drüsenzellen werden zusammen an die Membrana propria angedrückt, nur da und dort sieht man Theile des ersteren erhalten. (Vergl. Fig. 8.) Mit der früher erwähnten Terpentin-Olivenölmischung gelang es mir nicht, solche Bilder zu erhalten. Auch wenn man einen starken Druck anwendet, bleibt das intraalveolare Netz in der früher geschilderten Weise erhalten; man erreicht dadurch nur, dass an einzelnen Alveolen die Membrana propria gesprengt wird, so dass die Masse in das interstitielle Gewebe hinaustritt. Man bekommt dann Bilder, die den Beschreibungen entsprechen, welche Boll von den Speicheldrüsen gibt, die durch Einstich injicirt wurden. Die Alveolen sind weit auseinander gedrängt und erscheinen von schaligen Räumen (Lymphräumen) umgeben. Einfache Streifen von Bindesubstanz trennen am Schnitte die zwei benachbarte Alveolen umgebenden Räume von einander. An mit reinem Olivenöl injicirten Präparaten konnte ich etwas derartiges niemals wahrnehmen; stets bleibt das Oel innerhalb der Alveolen, welche stark ausgedehnt und mit ihren Wänden knapp aneinander gepresst sind, so dass man von dem interstitiellen Gewebe fast nichts zu sehen bekommt. (Vergl. Fig. 8.)

Es fragt sich nun, wie man sich die Anfänge der Speichelgänge

in den Alveolen der Mundspeicheldrüsen vorzustellen habe. Zunächst verdient vor Allem der Umstand hervorgehoben zu werden, dass bei den Mundspeicheldrüsen in den Alveolen deutliche kreisrunde Lichtungen vorkommen, die dem Pankreas zu fehlen scheinen. Saviotti bildet zwar solche vom Kaninchen ab, allein ich muss bemerken, dass ich an reinen Querschnitten von Alveolen des Pankreas niemals ein kreisrundes Lumen bemerkte. Manchmal glaubte ich ein solches zu sehen, allein bei genauerer Untersuchung stellte sich heraus, dass das scheinbare Lumen von einer centroacinären Zelle eingenommen wird.

Man muss noch immer die Möglichkeit zugeben, dass bei den Mundspeicheldrüsen dieses centrale Lumen der einzige Raum ist, in welchen normaler Weise das Sekret der Drüsenzellen direct gelangt. Alle durch Injection zwischen den Zellen dargestellten Wege könnten künstlich gebahnt sein. Allein wahrscheinlich ist dies nicht. Die Existenz des intraalveolaren Netzes lässt schliessen, dass, falls die früher über den Bau des Pankreas entwickelten Ansichten richtig sind, auch bei den Mundspeicheldrüsen keine prinzipiell verschiedene Einrichtung vorhanden sein werde. Insbesondere gilt dies für die Parotis, da hier die Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen ganz ähnlich ist, wie am Pankreas. Auch die Injectionsresultate, welche mit den am Pankreas gewonnenen ziemlich übereinstimmen, sprechen dafür. Anders steht es mit der Submaxillardrüse, besonders der des Hundes, und mit den Schleimdrüsen. Sie weichen in ihrem Baue und bezüglich der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen so sehr von der Bauchspeicheldrüse ab, dass es zu gewagt ist, dort gemachte Erfahrungen direct auf jene Drüsen zu übertragen. Indessen lassen auch hier die Injectionsresultate die Deutung zu, dass das Secret zwischen den Zellen abfliesse und dann erst in die Centralkanäle der Alveolen gelange. Es ist besonders ein Umstand, der es fast unabweisbar macht, solche Wege anzunehmen, nämlich die Existenz von Zellen, welche mit dem Lumen der Alveolen gar nicht direct in Berührung sind. Solche Zellen sind in der Submaxillaris des Hundes und der Katze, sowie an den Schleimdrüsen regelmässig an vielen Alveolen unter der Membrana propria zu sehen, sie sind durch ihren Eiweissgehalt und durch den Umstand, dass sie sich in Folge dessen leicht mit Carmin färben, charakterisirt und konstituiren den sogen. Halbmond. Heidenhain hat bekanntlich den Halbmond als Keim-

stätte für die Schleimzellen aufgefasst und die Ansicht ausgesprochen, dass die Schleimzellen durch die Secretion zu Grunde gehen und dann durch Neubildung von den Zellen des Halbmondes aus ersetzt werden. Diese Behauptung wurde wesentlich auf die sehr auffällige Thatsache gestützt, dass nach durch längere Zeit künstlich vom Nerven aus unterhaltener Secretion die Schleimzellen an der Submaxillaris des Hundes verschwinden und statt derselben eiweisshaltige, in Carmin sich färbende, den Halbmondzellen völlig gleichende Zellen auftreten. Es lässt sich indessen nicht leugnen, dass die Behauptung der Gegner (Pflüger und Ewald), es handle sich nur um verschiedene Secretionszustände derselben Zellen, vieles für sich hat, nur gehen die genannten Forscher offenbar zu weit, wenn sie die Existenz des Halbmondes als selbständiges Gebilde ganz in Abrede stellen und denselben als das an die Wand gedrängte Protoplasma der Schleimzellen ansehen [1]).

Dass die Halbmondzellen die Keimstätte für die Schleimzellen seien, wird, wie ich glaube, durch die Verhältnisse, wie sie an der Submaxillaris des Meerschweinchens vorliegen, sehr unwahrscheinlich. Dort finden sich nämlich stets untereinander Alveolen, die mit Schleimzellen, und andere, die mit eiweisshaltigen Zellen, wie die Alveolen der Kaninchensubmaxillaris erfüllt sind. Den Alveolen mit Schleimzellen fehlen, wie bereits Boll gefunden hat und wie ich bestätigen kann, die Halbmonde. Boll sieht sich daher, weil er die Ansicht Heidenhains über die Schleimzellen festhalten will, zu der nichts weniger als wahrscheinlichen Annahme genöthigt, dass die mit Schleimzellen erfüllten Alveolen durch die Secretion zu Grunde gehen und durch neue ersetzt werden. Viel wahrscheinlicher ist, besonders wenn man die an den Labdrüsen von Heidenhain [2]) und von Rollett [3]) neuerlich aufgedeckten Einrichtungen berücksichtigt, dass man es an der Hundesubmaxillaris mit zweierlei dauernden Secretionszellen zu thun habe, die man an der gereizten Drüse wegen äusserlicher Uebereinstimmung nicht mehr von einander unterscheiden kann. Unter dieser Voraussetzung muss man nothwendig annehmen, dass das Secret der Halbmondzellen normaler Weise auf Wegen zwischen den Schleimzellen oder längs der Mem-

---

1) Pflüger in Stricker's Handb. p. 310 und Ewald l. c.

2) Dieses Archiv. Bd. VI.

3) Untersuchungen a. d. Institute f. Physiologie etc. in Graz, II. H. 1871.

brana propria zwischen den Zellen des Schaltstückes hindurch abfliessen kann. Die Injectionsresultate lassen beide Möglichkeiten zu. Erstens kann man häufig, wie schon Gianuzzi fand, längs der Halbmonde schalige Räume injicirt finden, welche mit dem Centralkanale in Verbindung stehen. Bisweilen sieht man aber auch, wie ich hier noch nachträglich bemerken will, Injectionsmasse unter der Membrana propria, zwischen den Schleimzellen und an den Halbmonden, ohne dass der Centralkanal der Alveolen gefüllt ist.

Wenn wir schliesslich auf das Mitgetheilte zurückblicken, so tritt leider die Thatsache in den Vordergrund, dass die positiven Resultate ziemlich spärlich sind. Ich glaube gezeigt zu haben, dass ein regelmässiges Netz von drehrunden Secretionsröhrchen in den Alveolen der Speicheldrüsen nicht existirt und dass Injectionen mit Berlinerblau in dieser Frage überhaupt nichts beweisen können. Die positive Seite der Frage konnte nur vermuthungsweise beantwortet werden; ich suche die Anfänge der Speichelgänge in Räumen ohne selbständige Form, welche zwischen dem intraalveolaren Netze und den theilweise mit dem Netze in Verbindung stehenden Drüsenzellen übrig bleiben. Bezüglich des intraalveolaren Netzes suchte ich wahrscheinlich zu machen, dass dasselbe sammt der Membrana propria, mit welcher es zusammenhängt, eine epitheliale Bildung ist. Endlich möge noch an die interessanten, für das Verständniss der Drüsenstruktur gewiss nicht unwichtigen Unterschiede erinnert werden, welche bezüglich der Verbindung der Ausführungsgänge mit den Alveolen bei verschiedenen Drüsen vorkommen.

Erst nach Abschluss dieser Arbeit kam mir die Abhandlung Schwalbe's über die Brunner'schen Drüsen [1]) zu Gesicht, die für mich natürlich von grossem Interesse war, insbesondere in Betreff desjenigen, was über das intraalveolare Netz, das „Kanälchennetz", beigebracht wird. Zunächst freute ich mich, constatiren zu können, dass Schwalbe einige wichtige thatsächliche Verhältnisse an den Brunner'schen Drüsen ganz so fand, wie ich an der Submaxillaris des Hundes. Dahin gehört das Verhalten der Fasern des „Kanälchennetzes" zu den Zellen an mit Müller'scher Flüssigkeit und mit

1) Dieses Archiv VIII. Bd., 1. Heft p. 92.

Chromsäure behandelten Präparaten, der Mangel einer eigentlichen Zellmembran, die Isolirbarkeit der Fäserchen des „Kanälchennetzes", endlich das Vorhandensein von Theilen des „Kanälchennetzes" an der dem Lumen zugewendeten Seite der Drüsenzellen. Die Gründe, die Schwalbe für die Kanälchennatur dieses Netzes anführt, scheinen mir und wohl jedem, der nicht auf die Injectionsresultate mit Berlinerblau ungebührlich viel Gewicht legt, nichts weniger als zwingend. Theilweise ist mir das Raisonnement Schwalbe's nicht recht verständlich. Wenn Schwalbe behauptet, die isolirbaren Theile des „Kanälchennetzes" seien Gerinnsel, so können diese Gerinnsel wohl nichts anderes als geronnenes Drüsensecret sein. Andererseits macht aber Schwalbe wahrscheinlich, dass das „Kanälchennetz" aus Myosin, aus derselben Substanz, welche die Zellen untereinander verkittet, bestehe. Wie nun dasselbe Ding gleichzeitig oder abwechselnd Drüsensecret und Kittsubstanz sein kann, ist mir unbegreiflich. Und endlich möchte ich fragen, was für einen Sinn die Theile des „Kanälchennetzes" haben sollen, die unmittelbar an das Drüsenlumen gränzen?

In einem wichtigen Punkte ist Schwalbe zu Resultaten gekommen, welche von denen Boll's und von den meinigen abweichen. Derselbe behauptet nämlich, die Membrana propria der von ihm untersuchten Drüsen sei an ihrer Innenseite vollkommen glatt und sende nirgends Fortsätze in das Innere der Alveolen, mit anderen Worten, dass das intraalveolare Netz nirgends mit der Membrana propria zusammenhänge. Jedenfalls haftet das intraalveolare Netz der Speicheldrüsen an der Membrana propria stellenweise fest an, ob wirkliche Continuität oder blos Contiguität vorhanden ist, ist schwierig zu entscheiden, und ich muss es dem Leser überlassen, zu beurtheilen, ob ich auf Grund meiner Erfahrungen berechtigt war, die Continuität anzunehmen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XX.

Fig. 1. Pankreas vom Frosch vom Ductus choledochus aus injicirt. Die Gränzen der Alveolen waren nicht deutlich zu sehen und konnten daher nur beiläufig eingetragen werden. Das injicirte Netz ist mit Hülfe der Camera lucida copirt. Vergr. 460. Alkoholpräparat.

Fig. 2. Längsschnitt von einem grösseren Speichelgange des Froschpankreas, an welchem ein injicirtes Netz zu sehen ist. a. Bindegewebe. b. Epithelzellen im Profil gesehen. c. Epithelzellen von der inneren Fläche gesehen. Vergr. 460. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

Fig. 3. Schnitt von einem mit Terpentin- und Olivenöl injicirten Froschpankreas. a. Injicirte Alveolen mit dem intraalveolaren Netze. b. Drüsenzellen durch die Injection auf die Seite gedrängt, c. Gränze der Alveolen (die Membrana propria der zwei benachbarten Alveolen nebst dem dazwischen liegenden interstitiellen Gewebe sind durch die Ausdehnung der Alveolen so aneinander gedrängt, dass man sie nicht als getrennt unterscheiden kann). e. Blutkörperchen in einem Capillargefässe. Vergr. 460. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit, die Injectionsmasse ist mit Alkohol und Aether extrahirt.

Fig. 4. Schnitt von einem zuerst mit Berlinerblau, dann mit Olivenöl injicirten Froschpankreas. a. Theilweise mit Olivenöl injicirte Alveolen. b. Theile des intraalveolaren Netzes durch die vorausgehende Injection mit Berlinerblau theilweise blau gefärbt. c. Auf die Seite gedrängte, theilweise zertrümmerte Drüsenzellen. d. Blutgefässe. Vergr. 460. Präparat wie das vorige behandelt.

Fig. 5. Schnitt von einem in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Froschpankreas. a. Extraalveolarer Theil eines Ausführungsganges. b. Intraalveolarer Theil desselben (centroacinäre Zellen) mit den zwischen die Drüsenzellen eindringenden Zellfortsätzen. c. Interstitielles Bindegewebe. d. Capillargefäss. Vergr. 460.

Fig. 6. Schnitt von einer mit Berlinerblau injicirten Parotis des Meerschweinchens. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit. Vergr. 460.

Fig. 7. Schnitt von einer Submaxillaris des Hundes. a. Speichelrohr an der Kuppe getroffen. b. Schaltstück. c. Membrana propria der Alveolen. d. Intraalveolares Netz stellenweise (d') das Lumen am Querschnitte eines Alveolus umgränzend. e. Halbmonde (Protoplasmazellen). Nach einem mit Blauholzextract tingirten Alkoholpräparate. Vergr. 570.

Fig. 8. Schnitt von einer mit Olivenöl injicirten Parotis des Meerschweinchens. a. Injicirte Alveolen. b. Membrana propia. c. An die Membrana propria angedrückte Reste zertrümmerter Zellen. d. Reste des intraalveolaren Netzes. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit mit Alkohol und Aether extrahirt. Vergr. 460.

Fig. 9. Schnitt von einer Lippendrüse eines vierjährigen Kindes. Der Schnitt ist mit Carmin gefärbt, die tingirten Theile sind in der Zeichnung dunkel gehalten. a. Ausführungsgang. b. Membrana propria zum Theil deutlich als aus Zellen zusammengesetzt erkennbar. b. Zellen der Membrana propria, welche direct in die Epithelzellen des Ausführungsganges überzugehen scheinen. c. Schleimzellen. d. Intraalveolares Netz. e. Protoplasmazellen (Halbmond). f. Bindegewebe. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit. Vergr. 460.

Fig. 10. Schnitt von einer mit Terpentin- und Olivenöl injicirten Parotis des Meerschweinchens. a. Muthmassliches Ende eines Schaltstückes. b. Membrana propria. c. Intraalveolares Netz. d. Auf die Seite gedrängte, theilweise zertrümmerte Drüsenzellen. e. Interstitielles Gewebe. f. Eine Arterie. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit, Schnitt mit Alkohol und Aether extrahirt. Vergr. 460.

Fig. 11. Schnitt von einer in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Parotis des Meerschweinchens. a. Schaltstück. b. Letzte Zellen der Schaltstücke (centroacinäre Zellen), deren Fortsätze zwischen die Drüsenzellen eindringen, bei b' eine Zelle, die einen Fortsatz auf die Oberfläche eines Alveolus entsendet. c. Membrana propria nur theilweise wahrnehmbar. d. Interstitielles Bindegewebe. e. Blutgefäss. Vergr. 770.

Zur Naturgeschichte der Vibrionen.

Von

Oscar Grimm
in St. Petersburg.

Theils im vorigen, theils zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts wurden verschiedene kleine Organismen, die eine langgestreckte Form und nicht deutlich sichtbare Organe hatten, unter dem Namen Vibrio beschrieben. So hat O. Müller 1773 eine Menge Vibrionenarten gegründet, die sich späterhin als verschiedenen Klassen angehörende Organismen erwiesen, und zwar hauptsächlich als freilebende Nematoden erkannt worden sind. Sodann hat Ehrenberg ebenfalls viele neue Arten beschrieben, die er später theils anderen Thier- und Pflanzenordnungen zurechnete. Die sehr mangelhafte Kenntniss der Vibrionen, wie der meisten anderen mikroskopischen Organismen dauerte bis zur Erscheinung des grossen Werkes von Ehrenberg: „Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen", in der der berühmte „Forscher des kleinsten Lebens" die Vibrionen in eine Familie vereinigte, aus der alle nicht hierher gehörende Organismen, wie die Monaden, Nematoden u. s. w., entfernt wurden; hier vertheilte er alle ihm bekannte Vibrionen unter 5 Gattungen (Bacterium, Vibrio, Spirochaeta, Spirillum und Spirodiscus), indem er einer jeden Species für den damaligen Standpunkt der Wissenschaft eine sehr sorgfältige Beschreibung widmete.

In neuester Zeit, besonders seit man die Vibrionen als das Contagium verschiedener Infectionskrankheiten anerkannt hat, wurden sie von Vielen hinsichtlich ihrer Anatomie und Physiologie

untersucht; man dachte durch die Erkenntniss ihrer Entwicklungs- und Lebensgeschichte den Grad ihrer Theilnahme bei der Entstehung gewisser Krankheiten bestimmen zu können, und also auch zum Verständniss derselben zu gelangen. Da aber alle diese Untersuchungen in der neuesten Zeit erschienen sind, so werden sie wohl allen Lesern mehr oder weniger bekannt sein, und deshalb werde ich hier die Geschichte der Entstehung und des Ganges dieser Lehre nicht darstellen, wie auch die einzelnen Untersuchungen über die Vibrionen, ihre Anatomie, chemische Zusammensetzung, Entwicklung und Angehörigkeit zu der einen oder anderen Organismengruppe, nicht näher berücksichtigen, da dies den Umfang dieses Artikels zu sehr vergrössern würde, und eine ziemlich genaue Darstellung dieser verschiedenen Arbeiten von Hr. Polotebnoff gegeben worden ist[1]).

Bevor ich aber zur Besprechung der Bacterien übergehe, die von Brauell im Blut des am Milzbrand kranken Viehes gefunden und von Davaine als Ursache des benannten Uebels beansprucht worden sind, muss ich noch bemerken, dass ich im Folgenden wie diese Organismen (Bacteriden D.), so auch die in Sümpfen und Infusionen von mir aufgefundenen Vibrionen besprechen werde, da es mir schien, sie alle in Hinsicht ihrer Naturgeschichte studiren zu müssen, indem ich hoffte, in ihnen analoge Verhältnisse vorzufinden, was sich später als vollkommen richtig erwies, besonders da die vermeintlichen Bacteriden des Milzbrandes unstreitig zu dem Genus Vibrio Ehrb. gehören.

Die Milzbrandkörperchen, resp. Bacteriden D., sind mehr oder weniger lange Stäbchen, die meist aus mehreren einzelnen Körperchen zusammengesetzt erscheinen, die bald eine Cylinderform mit parallelen Rändern und abgerundeten Enden, bald die Gestalt länglicher Ovale haben. Die Zahl solcher einzelnen Körperchen, die mit einander zu einem Stäbchen verbunden sind, variirt sehr stark, meist beträgt sie aber nur 5. Ein jedes Körperchen, resp. das einzelne Glied der Kette oder des zusammengesetzten Vibrio, enthält in seiner Mitte eine Höhle, die wahrscheinlich mit einer flüssigeren Substanz erfüllt ist; bei der Einwirkung von Essigsäure sieht man, dass in diesem Inhalt noch Körnchen suspendirt sind, die manchmal längere Stränge bilden; man wird übrigens auch ohne die Anwen-

1) Sitzb. d. k. Acad. d. Wiss. zu Wien Bd. LX, Abth. 1, Nov.-Heft 1869, In russischer Sprache erschienen 1871.

dung der Reagentien gewahr, dass der Inhalt nicht allein aus der flüssigeren Substanz besteht. Der äussere Theil, die helle, halbdurchsichtige Masse ist, wie es scheint, ziemlich hart und elastisch, und wird von aussen wahrscheinlich noch mit einer weicheren Schicht bedeckt, in der Art, wie die Pseudopodien bei Actinophrys, nur zeigt hier dieselbe keine Körnchen, ist hingegen vollkommen homogen. Solche Körperchen sind, wie schon gesagt, mit einander zu Ketten verbunden, die mehr oder minder lang sein können. Dabei communiciren ihre Höhlungen nicht untereinander, sondern bleiben beständig getrennt, indem man zwischen ihnen Scheidewände leicht zu sehen bekommt; dieselben können sich aber sehr verdünnen. Die Ursache der Entstehung der unter einem gewissen Winkel gebogenen Vibrionen werden wir später kennen lernen. Hier bemerken wir aber noch, dass die Grösse der Milzbrandbacterien höchst mannigfaltig sein kann; so fand ich einst im Blut eines kranken Pferdes, das, nachdem es aus dem Organismus entfernt war, gegen eine halbe Stunde gestanden hatte, von 0,0060 bis 0,0154 Mm. grosse Ketten, indem die einzelnen Körperchen derselben im Mittel 0,0021 Mm. massen; in der Milz eines andern verstorbenen Pferdes fand ich Bacterien von 0,0048 bis 0,0320 Mm., bei einer Dicke von 0,0008 Mm.; in der Lunge desselben Pferdes waren die Bacterien von 0,033 bis 0,098 Mm. gross. Auch diese Beispiele werden wohl genügen, um das Variiren der Bacterienketten in Hinsicht ihrer Grösse zu zeigen. Was nun die einzelnen Körperchen der Ketten anbelangt, so ist auch ihre Grösse starken Schwankungen unterworfen; ihre Länge beträgt von 0,002 bis 0,003 Mm., bei einer Dicke von ungefähr 0,001 Mm.; man trifft aber auch längere und kürzere, wobei auch die Dicke sich bis auf 0,0015 Mm. erhöhen kann.

Alles das oben von den Milzbrandbacterien Gesagte gilt auch für die anderen von mir untersuchten Vibrionen und Bacterien, nur mit dem Unterschied, dass die Zahl der Kettenglieder noch verschiedener sein kann, wodurch auch die Länge der Kette stark variirt; ebenso ist auch die Grösse der einzelnen Glieder verschieden. Es treffen sich Vibrionenketten, die aus nur 2 Gliedern bestehen; andere wieder sind aus 20, 30, ja sogar 50 und darüber Gliedern zusammengesetzt. Dabei befindet sich die Grösse der Glieder nicht in einer bestimmten Beziehung zu ihrer Zahl, resp. der Länge der Kette. Diese Verhältnisse werden wir ferner noch besprechen, jetzt wollen wir aber noch bemerken, dass man auch unregelmässig

angeordnete Ketten vorfindet, in der Art, wie Vibrio subtilis bei Ehrenberg gezeichnet ist (Tab. V, Fig. 6), nur dass die Kettenglieder nicht immer so regelmässig beieinander liegen.

Was die höchst charakteristischen Körper der Gattung Spirillum anbetrifft, so kann ich hier nur das mittheilen, dass das Sp. volutans Ehrenberg's aus zwei und auch mehr Gliedern besteht, die der Art Sp. undula entsprechen; die letzteren aber zeigen keine Zusammensetzung aus kleineren Gliedern, gleich denjenigen der anderen Vibrionen (Vibrio und Bacterium), wie es von Ehrenberg dargestellt wird; zwar scheint es beim Eintrocknen der Spirillen, als ob sie aus solchen bestehen, dies ist aber eine künstlich hervorgerufene Erscheinung, indem an den lebenden Spirillen nichts von dem zu sehen ist.

Ehrenberg nahm an, dass Bacterium triloculare und auch die Arten der Gattung Vibrio eine Geissel besitzen, mit Hülfe deren sie ihre Bewegungen ermöglichen sollten. Ich habe eine solche nie wahrnehmen können und bin der Meinung, dass das Bacterium triloculare, nichts anderes als eine Monade (Monas) war, die nahe der Monas gliscens steht. Zwar scheint es manchmal, wenn man einen schnell dahin strömenden Vibrio zu Gesicht bekommt, als ob sich dasselbe in ein Schwänzchen verdünne, mit dem es wie mit einer Flosse arbeitet, dies ist aber nur eine Gesichtstäuschung, welche dadurch bewirkt wird, dass die 2 oder 3 letzten Glieder des Vibrio hin und her pendeln (wodurch, wie wir es später noch sehen werden, die Bewegung der Kette auch bewirkt wird).

Bei der Untersuchung der verschiedenen Vibrionen konnte ich natürlich nicht vergessen, ihre chemische Zusammensetzung näher zu bestimmen, da dasselbe zur Erkenntniss ihrer Natur von Nutzen sein könnte. Leider aber ist die Mikrochemie bis jetzt noch zu sehr mangelhaft, ja sie existirt zur Zeit kaum; dabei stellt uns in diesem Fall die ausserordentliche Kleinheit des Objects noch ein Hinderniss in den Weg. Mir halfen aber theilweise die aus Vibrionen zusammengesetzten Filze und Kugeln, die gewöhnlich auf faulendem Wasser sich bilden, so auch die massenhafte Anhäufung der Bacterien, die ich in der Lunge der an Milzbrand verstorbenen Thiere vorfand. Indem ich die Wirkung der verschiedenen Reagentien auf Vibrionen untersuchte, bin ich zu folgenden Schlüssen gelangt: Die Schwefel- und Salzsäure lösen die Vibrionen auf, die erstere sogar augenblicklich; schwächere Lösungen derselben bewir-

ken einen langsameren Effect; Essigsäure wirkt auf sie viel langsamer, sie fixirt zuerst die Höhle und dann löst sie langsam den Körper des Vibrions auf; Salmiak bewirkt dasselbe. Von Kreosot wird der Organismus heller, wobei die Vakuole (Höhle) schön sichtbar wird, später zeigen die Ränder unregelmässige Einbuchtungen und schliesslich löst sich der Körper auf. Von Jod werden sie bräunlich gefärbt; Carmin (salmiakfreier) färbt sie roth. Alkohol und Aether lösen sie langsam auf.

Dies alles zeigt schon, dass wir es mit einem organischen Körper zu thun haben, der wenn auch nicht aus Protoplasma besteht, so doch gewiss aus einer protoplasmaähnlichen Substanz, aus einem, möchte ich sagen, Protoplasmaderivate. Merken wir uns noch, dass alle Vibrionen, also auch die Milzbrandkörperchen, nach ihrem Tode im Wasser sich auflösen, verfaulen.

Indem man die augenscheinliche Härte des Vibrionenkörpers in Betracht zieht, ist es schwer vorauszusetzen, dass der electrische Strom auf dieselbe einen gleichen Effect ausübt, wie auf die Infusorien[1]), Rhizopoden, Blutkörperchen u. s. w.; da ich aber bei ihnen eine weichere äussere Schicht annehme, so glaubte ich, dass es möglich wäre, in derselben die Veränderungen bemerken zu können, die vom Strom möglicherweise bedingt sein könnten. Aber die von mir in dieser Hinsicht angestellten Untersuchungen sind bis jetzt erfolglos geblieben. Dies wird aber theilweise dadurch erklärt, dass die Electroden meines Apparats, obgleich auch sehr dünn angefertigt, dennoch nicht zulassen, stärkere Vergrösserungen, wie z. B. das Fünfzehnsystem von Hartnack, zu gebrauchen; bei kleineren Vergrösserungen aber (das 9-S.) sind wohl kaum die muthmasslichen Veränderungen in der Peripherie des Vibrionenkörpers bemerkbar. Jedenfalls bin ich bis jetzt nicht im Stande gewesen, irgend welche Veränderungen in der Masse des Vibrionenkörpers bei der Einwir-

1) Die Infusorien verhalten sich zum electrischen Strom, nach meiner Untersuchung, wie auch andere protoplasmatische Körper; beim schwachen Strom fangen sie geschwinder an sich zu bewegen, dann erhalten sie eine amöbenförmige Gestalt, und beim stärkeren Strom zerfallen sie mehr oder minder geschwind (beim Strom einer gewissen Stärke momentan) in einzelne Klümpchen und Körnchen. Beim schwächeren Strom nehmen einige dieser Klümpchen eine runde Form an, bedecken sich auf der ganzen Oberfläche mit stark flimmernden Cilien, in Folge deren sie sich bewegen, indem sie damit das Ansehen selbständiger Organismen annehmen.

kung des electrischen Stromes zu unterscheiden. Unlängst hatte ich aber die Gelegenheit, zu beobachten, dass das sogen. Spirillum tenue, wie auch die Infusorien, beim Schliessen eines schwachen Stromes sich schnell zu bewegen anfangen und auf gewissen Punkten versammeln, wo sie augenscheinlich den Strom vermeiden, da hier auch die Infusorien keine Veränderungen zeigten[1]).

Aus dem vom Bau der Vibrionen Gesagten geht hervor, dass dieselben wohl keine Geisseln oder Schwänzchen besitzen, so dass die Angaben von Ehrenberg und Joh. Lüders zu berichtigen sind. Man sieht aber auch in ihrer Masse nichts, was der Bewegung des Protoplasma der Rhizopoden oder der Diatomeen gliche, obgleich man jetzt auch nicht im Stande ist, so grade heraus das Nichtvorhandensein einer Art solcher Bewegung zu behaupten, da es leicht möglich sein könnte, dass mit der Zeit sich so was auch finden wird. Eine amöbenartige Bewegung ist hier auch nicht zu sehen. Dessenungeachtet aber sind die Vibrionen unstreitig mit selbständiger Bewegung begabt und dabei ist man genöthigt, bei ihnen nicht nur die Willkühr, sondern auch eine gewisse Einsicht zuzulassen. Zwar wird dies Alles von einigen Forschern abgeleugnet; sie sagen, dass die Vibrionen nur der Molekular-Bewegung fähig sind, und die Milzbrandkörperchen erhielten von Davaine den Namen Bacteriden, weil sie unbeweglich sein sollten. Es wird natürlich Niemand abstreiten wollen, dass die kleinen Vibrionen gleich allen kleinen Körpern der sogen. Molekular-Bewegung unterworfen sind; und diese Bewegung einer grossen Menge auf dem Objectglas sich befindender Vibrionen kann auch verhindern, die selbständige Bewegung derselben zu beobachten. Wenn man aber diese Körper näher betrachtet, so wird wohl ein Jeder leicht bemerken, dass die Vibrionen ausser der passiven Bewegung auch noch einer activen befähigt sind. Diese active Bewegung wird aber leichter bemerkbar, nachdem man das folgende Experiment angestellt hat. Man nimmt einen Tropfen Wasser oder Blut, das von Vibrionen wimmelt, und untersucht denselben mit dem Mikroskop; wenn

1) Auf das indifferente Verhalten der Vibrionen zum electrischen Strom sich stützend, behauptete Prof. Golubew (5. Sitzung der zool. Section der 3. Versammlung der russischen Naturforscher), dass dieselben nicht aus Protoplasma bestehen, indem er meinte, dass ich ihnen diese Eigenschaft zuschreibe; ich dachte aber gar nicht, dies zu behaupten, wie es aus dem oben Gesagten hervorgeht.

man dabei keiner activen Bewegung gewahr wird, so bringt man einen Tropfen Salmiak dazu; Salmiak tödtet die Vibrionen, so dass man nun auch wirklich keine active Bewegung finden wird; wenn man nun die Bewegungen der Vibrionen vor und nach dem Zusatz des Salmiaks vergleicht, so wird man leicht die active von der passiven Bewegung unterscheiden. Statt des Salmiaks kann man auch bis zu einem gewissen Grad geführte Erhitzung gebrauchen, die ebenfalls die Vibrionen tödtet.

Welcher Art sind aber diese Bewegungen?

Ganz zuerst sehen wir eine pfeilschnelle Bewegung in gerader Richtung; der Vibrio durchläuft geschwind das Gesichtsfeld, und wenn es gelingt, demselben mit dem Auge zu folgen, so bemerken wir, dass er, nachdem er eine gewisse Strecke zurückgelegt, unter einem Winkel umbiegt und seinen Weg in einer andern Richtung verfolgt. Dabei bewegt sich der Vibrio bald mit dem einen, bald mit dem andern Ende voraus. Oefters kann man aber eine andere Art der Bewegung beobachten, eine langsamere und, wie es scheint, viel zweckmässigere. Das ist die schlangenartige Bewegung, welche wie die ein- so auch die vielgliedrigen Vibrionen besitzen; die ersteren, d. h. die eingliedrigen Vibrionen bewegen sich zickzackmässig, augenscheinlich ohne sich zu biegen, d. h. ohne ihre Körperform zu ändern; die anderen, die vielgliedrigen Vibrionen schlagen mit ihren 2 oder 3 letzten Gliedern regelmässig rechts und links wie ein Fisch mit seiner Schwanzflosse, und dadurch bewegt sich die ganze Kette in der oben gesagten Richtung. Bei dieser Bewegungsart kann ebenfalls das beliebige Ende der Kette als Flosse fungiren, zu der eine verschiedene Gliederzahl, je nach der Länge der gesammten Kette, verwerthet sein kann. Diese Bewegung, die auch für die Milzbrandvibrionen von mir beobachtet worden ist, bemerkt man am leichtesten bei den grösseren Vibrionenarten, die man in den verschiedenen Infusionen antrifft. Hier muss ich noch bemerken, dass bei dieser Bewegung der vielgliedrigen Vibrionen, wenn sie nur schnell genug ist, es öfters uns scheint, als ob dieselben einen langen Schwanz besitzen, wie es von Joh. Lüders beschrieben und abgebildet wird (d. Arch. Bd. 3, Taf. XIX, Fig. 4); einen Schwanz oder Geissel gibt es aber hier gewiss nicht, wie wir es schon oben hervorgehoben haben.

Endlich gibt es noch eine dritte Bewegungsart, bei der der ganze Körper eines langen Vibrio sich schlängelt. So eine Bewegung

hatte ich unlängst die Gelegenheit bei Vibrionen zu beobachten, die im Blut eines Huhns, nachdem dasselbe abgezapft war, sich einfanden. Die Bewegung dieser war sehr ähnlich derjenigen eines vibrioähnlichen Subjects, das ich zuerst hier in Petersburg zwischen faulenden Lachseiern, später aber in den Nowgorod'schen Sümpfen gefunden habe. Dieses Geschöpf war einem Haar ähnlich, welches 0,060 Mm. in die Länge und 0,0015 Mm. in die Breite hatte; es bestand aus einer durchsichtigen, glasähnlichen Substanz, in der feine Körnchen und kleine Bläschen unregelmässig eingebettet lagen, die scheinbar aus einer flüssigeren Masse bestanden. Die Bewegungen dieses Haares sind verhältnissmässig sehr langsam und wurden dadurch bewirkt, dass das Geschöpf sich krampfhaft hin und her krümmte. Eine eben solche Bewegung beobachtete ich bei dem oben bezeichneten Vibrio aus dem Blut eines Huhns.

Was nun die Spirillen betrifft, so sind diese in ihrer Form unveränderlichen Organismen mit den oben beschriebenen Bewegungen nicht begabt. Sie bewegen sich höchst charakteristisch, indem sie, in eine Spirale gewunden, sich nur um ihre Längsaxe bewegen und dadurch die Ortsveränderung bewirken. Dass dieselbe namentlich durch die Bewegung der Spirille um ihre Längsaxe bewirkt ist, wird schon dadurch bewiesen, dass die langen Spirillen (Sp. volutans), die unregelmässig angeordnet sind (die Ursache dieser Erscheinung werden wir späterhin kennen lernen), d. h. solche, deren beide Enden nach ein und derselben Richtung gewendet sind, keiner Ortsveränderung fähig sind, obgleich sie sich auch um ihre Längsaxe bewegen.

Wenn aber die Vibrionen mit dem Bewegungsvermögen auch begabt sind, so tritt für sie zur gewissen Zeit ein Zustand ein, wo sie in der That vollkommen ruhig da liegen, resp. gar keine Bewegung zeigen. Wodurch dieser Bacteridenzustand, möchte ich sagen, bewirkt wird, weiss ich nicht, ich fühle mich aber berechtigt, zu behaupten, dass dies nicht etwa von ihrer Grösse abhängt. Bekanntlich haben sich einige Beobachter in der Art geäussert, dass die Vibrionen, die eine gewisse Grösse erreicht haben, der molekulären Bewegung nicht mehr ausgesetzt sind und deshalb ruhig da liegen. Gegen diese Auffassung aber spricht die sehr leicht zu beobachtende Thatsache, dass manchmal grössere Vibrionenketten sich noch bewegen und kleinere dazwischen sich schon zur Ruhe begeben haben. Oefters habe ich gesehen, dass grosse Vibrionen, die in

der That der passiven Bewegung nicht mehr fähig waren, sich doch nach einer der oben beschriebenen Art bewegten. Noch habe ich beobachtet, dass lange Vibrionenketten, nachdem sie zur Ruhe gekommen und wenige Augenblicke dalagen, sich zu bewegen anfingen und ihre Ruhestätte veränderten. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass die ruhenden Vibrionen beständig sich noch aneinander legen, indem sie kleine Häufchen und sogar auch Kugeln bilden, die sehr leicht in dem auf faulendem Wasser sich bildenden Filze aufgefunden werden können. Manchmal wachsen diese Häufchen zu grösseren Klumpen, so dass man sie mit blossem Auge leicht sehen kann, ja sogar bis zu 1 Mm. und darüber. Dasselbe sehen wir auch auf dem Objectträger, obgleich hier unter dem Deckgläschen natürlich keine Klumpen, sondern netzartige Inseln durch die Vibrionen gebildet werden.

Hinsichtlich der Ursache und des Ziels dieses Ruhezustandes konnte ich leider nicht in's Klare kommen. Möglich ist es, dass er nichts mehr als der Tod ist; andererseits aber könnte man annehmen, dass dies irgend ein anderer physiologischer Prozess sei, um so mehr, da wir wissen, dass bei vielen einfachen Organismen so ein Ruhezustand dem Fortpflanzungsprozess vorangeht. Zwar haben wir bei den Vibrionen keine Fortpflanzung wahrgenommen, aber die Abwesenheit dieses Prozesses während der Bewegung der Vibrionen führt auf den Gedanken, ob während des Ruhezustandes nicht die Fortpflanzung auf eine gewisse Art stattfinde? Die Lösung dieser Frage bleibt den künftigen Untersuchungen vorbehalten.

Wir wissen, dass wie ein- so auch vielgliedrige Vibrionen vorgefunden werden; später werden wir erfahren, dass sie des Wachsthums im eigentlichen Wortsinne nur zur Zeit ihrer ersten Lebensperiode fähig sind; ihre Theilung in Glieder haben wir aber nie beobachtet, ebenso wie auch keiner der früheren Forscher. Nun wissen wir aber, dass die grösseren oder längeren Vibrionen aus einer Reihe kleinerer Glieder zusammengesetzt sind, dass sie eine Art Kette bilden. Es frägt sich denn somit, wie kommen die kleinen Glieder resp. Vibrionen zur Bildung der Kette? Wir wissen schon, dass auch die kleinen resp. jungen Vibrionen mit der activen Bewegung begabt sind; sie laufen hin und her, und in diesem Laufen vergeht verhältnissmässig eine geraume Zeit, so dass ich manchmal zwei und auch mehr Stunden ein und dasselbe Indivi-

duum beobachtete und dabei gar keine Veränderungen wahrnehmen konnte, ausgeschlossen eine geringe Verlängerung des Körpers. Es traf sich aber auch nach einer halben Stunde ein höchst interessantes Phänomen zu beobachten. Indem diese kleinen, noch eingliedrigen Vibrionen hin und her laufen und sich begegnen, legen sie sich mit ihren Enden aneinander und verschmelzen zu einer zweigliedrigen Kette. Mit dieser vereinigen sich noch andere ein- und auch vielgliedrige Vibrionen, so dass dadurch grössere Ketten sich bilden. Diese Vereinigung oder Copulation habe ich nicht nur bei den Milzbrandvibrionen, sondern auch bei verschiedenen in Morasten aufgefundenen Formen beobachtet. Besonders interessant ist dieser Prozess bei Spirillum undula; diese Form besteht bekanntlich aus einem längeren Stäbchen, welches eine Spirale mit nur einer Windung darstellt, die sich um ihre Längsaxe dreht und dadurch die Ortsveränderung bewirkt. Indem eine solche Spirille eine andere ihr gleiche einholt, legt sie sich mit ihrem vorderen Ende an die andere und verschmilzt mit ihr so innig, dass es später unmöglich ist, zu bemerken, dass diese zweiwindige Spirille eigentlich aus zwei einwindigen besteht; sie fahren fort, sich zu bewegen und zu leben ganz wie vorher, indem sie der Art Spirillum volutans entsprechen.

Bekanntlich finden wir unter den einfach organisirten Geschöpfen wie auch vielen Zellen öfters den Copulationsprozess; aber das beschriebene Verwachsen der Vibrionen erinnert uns zuerst an die Bildung der Plasmodien bei Myzetozoen, das durch Verschmelzung (wenn auch einer anderen Art) amöbenartiger Sporen zu Stande kommt.

Noch muss ich aber hier bemerken, dass bei den Vibrionen nie die Hohlräume resp. Vakuolen mit einander communiciren, im Gegentheil, immer ist eine, wenn auch noch so feine Wand zu sehen, die die Vakuolen der beiden verschmolzenen Vibrionen von einander theilt.

So haben wir denn den Modus der Entwicklung der langen Vibrionen kennen gelernt, und dies ist aller Wahrscheinlichkeit nach die einzig mögliche Entwicklungsart; wenigstens hatten wir kein einziges Mal die Gelegenheit, zu beobachten, dass ein eingliedriger Vibrio, ohne sich mit seinesgleichen zu verbinden, selbständig zu einer Kette sich entwickele; andererseits aber beobachteten wir öfters, dass mit der Zahlenzunahme der Ketten die Masse der ein-

gliedrigen Vibrionen geringer wurde. Wenn aber diese Ketten resp. Vibrionencolonien nicht selbständig heranzuwachsen im Stande sind, d. h. ohne das Hinzukommen neuer Glieder, so ist es doch unzweifelhaft, dass diese letzteren, die einzelnen Glieder resp. Vibrionen sich verlängern oder wachsen im eigentlichen Wortsinne. Dieselben erscheinen zuerst als kurze, ovale Körperchen, die sich ein wenig verlängern, bis sie miteinander zu einer Colonie sich vereinigen.

Wenn aber die Vibrionen zu wachsen und sich zu bewegen fähig sind, so kann man nicht daran zweifeln, dass sie sich ernähren. Diejenigen Forscher, die ihnen ihre Lebendigkeit durchaus abstreiten wollen, bemühen sich natürlich zu beweisen, dass sie auch zum Ernährungsprozess unfähig sind, dass sie keine Stofferneuerung brauchen. So erblickt H. Polotebnoff eine grosse Beweiskraft in der von ihm gemachten Beobachtung, dass sich Bacterien aus den Sporen von Penicillium auch ohne den freien Zutritt der Luft entwickeln. Ich hätte aber lieber zugelassen, dass für ihre Entwicklung (nicht aber für das Leben) auch die im Wasser unter dem Deckgläschen sich befindende Luftquantität gross genug ist, wenn ich nicht zu einem ganz anderen Resultate als H. Polotebnoff gekommen wäre; ich wiederholte mehrmals dieses Experiment und nie entwickelten sich Vibrionen, namentlich aus den Sporen von Penicillium, ohne Zutritt der athmosphärischen Luft.

Als Beweis, dass den Vibrionen zu ihrer Bewegung die athmosphärische Luft nützlich und nöthig ist, führe ich hier eine von mir beobachtete Thatsache an. In eine Flasche mit einem gut angepassten Pfropfen wurde eine gewisse Quantität Blut eingegossen, welches Vibrionen enthielt; diese Flasche stand bei mir ganze 5 Tage unangerührt; als ich nun nach Verlauf dieser Zeit sie geschwind öffnete und einen Tropfen des übel riechenden Blutes unter dem Mikroskop untersuchte, bemerkte ich eine Menge kleiner Vibrionen, die aber, indem sie hin und her zitterten, gar keine active Bewegung zeigten; dies dauerte aber nicht lange; bald fingen einige von ihnen an sich langsam zu bewegen und nun vergrösserte sich merklich die Zahl dieser sich bewegenden Individuen. Dieser einzeln dastehenden Thatsache kann ich natürlich keine absolute Beweiskraft zurechnen, und ich bin vollkommen überzeugt, dass es nothwendig ist, sehr genaue Experimente anzustellen, um hinsichtlich der Frage über die Ernährung der Vibrionen in's Klare zu kommen. Dessenungeachtet aber zeigt auch die hier angegebene

Beobachtung, wie gering sie auch ist, dass die Vibrionen der athmosphärischen Luft durchaus nicht entbehren können. Noch bemerke ich hier, dass die Vibrionen, nachdem sie eine längere Zeit der Luft entbehrt haben, absterben und verfaulen, resp. sich auflösen.

Bis jetzt ist es noch keinem Forcher gelungen, für die Vibrionen irgend eine Art der Vermehrung zu entdecken. Weder Theilung noch Knospung, noch die Entwicklung von Sporen oder Keimen ist hier zu beobachten. Ich habe schon oben gesagt, dass es möglich ist, dass sie sich während des Ruhezustandes auf irgend eine Art vermehren; darauf hin deute theilweise auch der Verwachsungs- oder Copulationsprozess; thatsächlich habe ich aber ebensowenig wie auch die andern Forscher etwas von dem Vermehrungsprozess zu beobachten Gelegenheit gehabt. Hier muss ich aber die Aufmerksamkeit des Lesers auf das Geschöpf lenken, welches wir bei der Besprechung der Bewegung der Vibrionen kennen gelernt haben. Diese haarähnlichen Organismen vermehren sich durch Quertheilung. Zwar habe ich den Prozess der Theilung selbst nicht gesehen, aber die folgende von mir gemachte Beobachtung beweist die Existenz desselben; ich hatte nämlich einst auf dem Objectträger unter einem Deckgläschen 4 solche Geschöpfe, nach Verlauf von 5 bis 6 Stunden fand ich, dass dieselben durch 16 kleinere Individuen ersetzt sind. Dies ist der Grund, weshalb ich hier eine Quertheilung annehme.

Hinsichtlich der Entstehung der Milzbrandvibrionen bin ich zu dem Resultate gekommen, dass sie aus dem Protoplasma (der weissen Blutkörperchen) sich entwickeln.

Die Blutkörperchen und die Elemente der verschiedenen Organe (Milz, Niere, Leber) sind beim Milzbrand dem Körnchenzerfall oder der parenchymatösen Entzündung unterworfen. Das Protoplasma dieser Zellen (weisse Blutkörperchen, Epithelium der Niere und der Lunge, Zellen der Leber und der Milz) verfällt einer besonderen chemischen (?) Veränderung, die bis jetzt leider nicht näher bestimmt worden ist. Die weissen Blutkörperchen, deren Zahl sich stark vermehrt, erscheinen beim kranken Vieh erst verdunkelt, feinkörnig, später verstärkt sich ihr körnchenhaltiges Aussehen, so dass wir leicht bemerken, dass sie nun aus folgenden Elementen bestehen: aus den Fetttröpfchen, einer Menge Eiweisskörnchen verschiedener Grösse und der sie zusammenbindenden Masse, die eine wässerige

Consistenz besitzt. Die Eiweisskörnchen legen sich meist in der Peripherie des Blutkörperchens und ragen nach aussen, so dass die Zelle ein granulirtes Aussehen erhält; später wird das Blutkörperchen meist zu einem unregelmässigen Haufen der beschriebenen Eiweisskörnchen, von denen die meisten sich abtrennen und nun der allbenannten molekulären Bewegung unterworfen sind. Dass diese Bewegung eine passive ist, wird schon dadurch genug bewiesen, dass auch die Fetttropfen, denen man gewiss keinen Willen zuzuschreiben im Stande ist, ebenfalls sich hin und her zitternd bewegen. Man findet aber auch, dass diese Körnchen ihre zitternde Bewegung noch im Blutkörperchen selbst anfangen, was namentlich dann möglich ist, wenn ihre Zahl geringer und die sie umgebende Masse wässeriger ist. Wenn man nun im letzten Fall diese Körnchen eine längere Zeit hindurch beobachtet, da dies viel leichter ist als wenn man eine grosse Masse vor Augen hat, die ihre Bewegung nur nach dem Austritte aus dem Blutkörperchen anfangen, so sehen wir, dass einige von den Eiweiss(?)-Körperchen allmählig eine ovale Form annehmen, wobei sie eine Höhlung enthalten. So ein Körperchen, aus der umgebenden Masse ausgetreten, führt seine zitternde Bewegung fort, dabei wird man aber auch einer Bewegungsart gewahr, die nicht passiv zu sein scheint. Jetzt beginnt eine leicht bemerkbare Veränderung in diesen Körperchen. Ein jedes von ihnen erhält nun die Gestalt eines mehr regelmässigen Stäbchens mit abgerundeten Enden, oder eigentlich die eines verlängerten Ovals; solche Stäbchen enthalten im Innern eine mehr oder minder grosse Höhle, die meist näher zu dem einen Ende des Stäbchens liegt, nicht im Centrum; deshalb befinden sie sich auch öfters in verticaler oder geneigter Stellung und scheinen aus einem runden Köpfchen und einem dünneren Schwanz zu bestehen; dabei scheint es, dass das Köpfchen, d. h. das die Vacuole einschliessende und deshalb nach oben gewendete Ende ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen besitzt. Bald aber wechselt die Vacuole ihre Stellung, so dass sie gerade in die Mitte des Stäbchens zu liegen kommt. Zu dieser Zeit bewegen sich diese Körper selbständig nach der einen oben beschriebenen Art, bald vereinigen sie sich zu Ketten, mit einem Wort, erscheinen als dieselben Vibrionen, deren Leben wir oben geschildert haben.

Also sind das lebendige Organismen, die dem Wachsthum, der activen Bewegung, der Nahrungsaufnahme und der Coloniebildung,

ja möglich auch der Fortpflanzung fähig sind; dabei sind es aber Geschöpfe, die sich aus dem Protoplasma durch Urzeugung entwickeln[1]). Indem wir aber sie als lebendige Geschöpfe auffassen, können wir sie weder zum Thier- noch Pflanzenreich zählen, — sie gehören augenscheinlich zum dritten Organismenreich, zu dem von Haeckel neuerdings gegründeten Reich der Protisten, wo sie eine besondere Gruppe der Vibrioniden zu bilden haben.

Was nun ihre Entstehung betrifft, so kann man die Frage aufstellen, ob in den Blutkörperchen nicht Keime der Vibrionen sich befanden, welche sich in die beobachteten Vibrionen entwickeln konnten. Dann muss man annehmen, dass diese Keime so klein sind, dass sie mit den jetzigen Hülfsmitteln von gewöhnlichen Elementarkörnchen nicht zu unterscheiden sind.

Ich weiss voraus, dass viele mir einen Vorwurf machen werden, dass ich die Theorie von Pasteur nicht anerkenne, deshalb will ich sogleich bemerken, dass ich die Verdienste des berühmten französischen Forschers gar nicht vermindere. Indem ich nämlich vollkommen damit einverstanden bin, dass verhältnissmässig hoch organisirte Geschöpfe wie Pilze und dergleichen nicht durch Urzeugung zur Entwicklung kommen, kann ich nicht zugeben, dass seine berühmten Experimente die Möglichkeit der Urzeugung ganz ausgeschlossen haben; im Gegentheil, ich muss vollkommen Haeckel beistimmen, der bemerkt: „Und doch konnten alle jene berühmten Experimente von Pasteur u. s. w. weiter gar nichts beweisen, als dass in jenem speciellen Falle, unter jenen höchst

---

1) Hier erlaube ich mir, mitzutheilen, dass ich das Vergnügen gehabt habe, die Bestätigung meines Fundes der Entstehung der Vibrionen aus dem Protoplasma von Pr. Gobulew zu hören. Derselbe äusserte sich folgendermassen: »Wenn man eine Zeit lang ein Blutkörperchen des Frosches in einer feuchten Kammer beobachtet, so sieht man, dass dasselbe sich in eine durchsichtige Masse verwandelt, in der dunkle Körnchen zerstreut liegen; aus diesen Körnchen entwickeln sich die Bacterien.« (Bericht der 3. Sitzung der zoologischen Section der Naturforscherversammlung in Kiew 1871.)

Vergl. die Schrift von C. A. S. Schultze über die Brown'sche Molekularbewegung. Freiburg 1828. In dem Capitel »von der Erzeugung der Monaden« pag. 29 u. ff. findet sich eine genaue Beschreibung, wie man nicht nur aus Blutkörperchen, sondern aus vielen anderen organischen Partikelchen bei Gelegenheit ihrer Zersetzung in wässerigen Flüssigkeiten unter dem Mikroskop Vibrionen (Monaden) hervorgehen sehen kann, wenn man viele Stunden hintereinander beobachtet.

künstlichen und verwickelten Bedingungen, keine Organismen durch Urzeugung entstanden seien.“[1]) Es möge mir erlaubt sein, mit den Worten desselben Gelehrten zu schliessen: „In der That ist die Theorie der Urzeugung ein nothwendiger und integrirender Bestandtheil der universalen Entwicklungstheorie. Sie ist die natürliche Brücke, welche die Kant-Laplace'sche Theorie von der mechanischen Entstehung des Weltgebäudes und der Erde continuirlich verbindet mit der Lamark-Darwin'schen Theorie von der mechanischen Entstehung der Thier- und Pflanzenarten[2]).

Aus der dargestellten Naturgeschichte der Vibrionen geht u. a. hervor, dass als Individuen nicht ganze Ketten, sondern die einzelnen Glieder derselben zu betrachten sind, wie es vollkommen richtig noch von Ehrenberg erkannt wurde. Mit diesem Factum verändert sich aber unsere Anschauung auf das ganze System der Vibrionen. Es versteht sich von selbst, dass wir somit bei der Bestimmung der Arten hauptsächlich auf die Form und Grösse der Individuen, resp. der Kettenglieder, zu achten haben, nicht aber auf die Länge der gesammten Kette. Deshalb können wir Spirillum volutans nicht als eine eigene Art betrachten, da dasselbe nur durch Verschmelzung zweier Spirillum undula hervorgegangen ist. So kann es sich treffen, dass einige Individuen, z. B. von Bacterium enchelys, zu einer längeren Kette mit einander verwachsen, und dann erhalten wir augenscheinlich Vibrio rugula oder Vibrio bacillus. Solche Umgestaltungen sind auch unmittelbar zu beobachten, so dass es höchst schwer fällt, eine gewisse Form zu der einen oder andern Species zu stellen.

Unglücklicher Weise aber für die Systematiker und besonders der Antidarwinisten muss ich hervorheben, dass auch die einzelnen Glieder, unsere Individuen, gar keine beständige und dauerhafte Artcharaktere besitzen; wie ihre Form, so auch die Grösse geben uns gar keinen Massstab, nach dem wir die Vibrionen in Arten von einander theilen könnten. Man ist immer im Stande, eine willkürlich grosse Zahl Uebergangsformen zwischen allen Arten der Bac-

1) E. Haeckel: Biologische Studien. H. I. p. 178.

2) Id. p. 177.

terien und Vibrionen aufzufinden. So z. B. unterscheiden sich Vibrio rugula und Vibrio bacillus nur durch die Grösse ihrer Glieder; bei diesen beiden Arten ist die Länge der Glieder ihrer Dicke gleich, und die Dicke der Glieder beträgt bei Vibrio rugula $^1/_{1000}$ L., bei Vibrio bacillus aber — $^1/_{1440}$ L. (nach Ehrenberg). Ich könnte aber eine beliebige Zahl Uebergangsformen zwischen den Vibrionengliedern dieser zwei Grössen zeigen, und sogar auch grössere und kleinere. Zwischen Vibrio lineola und Vibrio subtilis existirt scheinbar eine grössere Differenz; ich habe aber auch hier alle denkbare Uebergangsformen beobachtet. Vibrio lineola und Vibrio tremulans bieten auch der Beschreibung Ehrenbergs nach nur eine geringe Verschiedenheit; nach meinen Beobachtungen aber ist dies eine und dieselbe Form, da sie in einander, wie auch in die übrigen Formen leicht übergehen. Dasselbe muss ich hinsichtlich aller Arten der Bacterien und Vibrionen sagen. Hinsichtlich der Spirillen habe ich schon oben mitgetheilt, dass Spirillum volutans eine Colonie des Spririllum undula ist. Was nun das Spirillum tenue anbelangt, so muss ich Ehrenberg beistimmen, dass diese Form von den Arten der Gattung Vibrio sich dadurch unterscheidet, dass seine Spirale beständig unbiegsam oder starr bleibt; ich sehe aber gar keine Möglichkeit, dasselbe als eine besondere von den anderen Spirillen verschiedene Art aufzufassen, da wir in diesem Falle genöthigt sein werden, soviel neue Arten zu gründen, als wir Uebergangsformen auffinden werden, und die Zahl dieser ist unendlich. Ich merke hier noch an, dass die längeren Exemplare dieser Spirille ebenfalls aus kleineren, untereinander vereinigten Individuen bestehen.

Was nun die Milzbrandkörperchen anbetrifft, so muss ich sagen, dass auch sie derselben Veränderlichkeit in Form, Länge und Dicke unterworfen sind. Falls man haben will, nach der Beschreibung der Vibrionen, die uns Ehrenberg geliefert hat, sie zu bestimmen, so werden wir sie bald zu Bacterium enchelys oder Bacterium punctum, bald zu Vibrio lineola, Vibrio tremulans und auch sogar Vibrio rugula, Vibrio prolifer oder Vibrio bacillus stellen müssen. In der Lunge fand ich immer längere Ketten, als z. B. im Blut; in der Milz, den Nieren und dem Blut finden sich der Grösse nach sehr verschiedene Formen.

Mit einem Wort, alle Vibrionen zeigen uns, dass bei ihnen die verschiedenen Formen ineinander übergehen, so dass wir nicht im Stande sind, dieselben in verschiedene Arten zu vertheilen. Es exi-

stiren nur gewisse, sehr scharf charakterisirte Typen, die aber nicht weiter theilbar sind. Ich kenne nur zwei solche Typen: Spirillum und Vibrio, indem ich unter dem zweiten Namen die Gattungen Vibrio und Bacterium Ehrenberg vereinige [1]).

Wenn es sich aber später erweisen würde, dass die oben beschriebene neue Form wirklich zu der Gruppe der Vibrioniden gehöre, so hätten wir drei Typen.

---

1) Spirochaeta und Spirodiscus habe ich nicht die Gelegenheit gehabt, zu beobachten; denke aber, dass wenigstens Spirodiscus zum Pflanzenreich gehört.

Ueber eine neue Süsswasser-Radiolarie.

Von

Oscar Grimm
in St. Petersburg.

Hierzu Fig. A. Taf. XXI.

Nachdem wir durch die unermüdlichen Forschungen von J. Müller und E. Haeckel eine grosse Anzahl von marinen Radiolarien kennen gelernt haben und so ziemlich vollständig auch ihre Lebensverrichtungen erfuhren, wussten wir bis zur letzten Zeit gar nichts von diesen Thieren aus dem süssen Wasser. Ja man dachte sich sogar, dass sie ausser dem Meere gar keine Repräsentanten hätten, wie die Annahme auch nicht sonderbar scheinen mochte, dass die Urahnen dieser merkwürdigen Wasserthierchen keine Nachkommen in den kleineren Wasserbassins nachgelassen hätten. Es waren zwar Süsswasser-Rhizopoden bekannt, die möglicherweise den Radiolarien ziemlich nahe stehen konnten, dessenungeachtet aber erschien zwischen diesen zwei Thiergruppen eine Kluft, dass es schwer war, von der einen zur anderen hinüber zu blicken. Nun erschien aber die kleine Schrift von Falke, dann die von Grenacher und endlich auch die bahnbrechende Untersuchung des um die Kenntniss der einfachsten Organismen vielfach verdienten R. Greeff, in der er die so sehr interessante Frage über die Existenz der Süsswasser-Radiolarien positiv zu lösen versucht und auch in der That sie löst. Einigen der von ihm beschriebenen Formen fehlt wohl sehr wenig, um ihre natürliche Stellung im System der See-Radiolarien einzunehmen, und doch ist Etwas, was den Beobachter nöthigt,

sie mehr als Uebergangsformen von den See-Radiolarien zu den gewöhnlichen Süsswasser-Rhizopoden zu betrachten. Dies ist namentlich der etwas abweichende Habitus der Protoplasmamasse mit dem darin liegenden Kern resp. Centralkapsel. Umsomehr aber erscheinen diese Uebergangsformen interessant, da sie am besten die Zusammengehörigkeit und die Abstammung der verschiedenen Typen uns zeigen. — Es muss nur eine grössere Zahl solcher Bausteine zusammengebracht werden, und erst dann wird es möglich, ein dauerhaftes Gebäude aufzuführen, die verschiedenen Formen in ein natürliches System einzureihen.

Als ich im verflossenen Sommer die torfigen Moraste des Nowgorod'schen Gouvernements durchstöberte, um die verrufene Furia infernalis der sibirischen Pest zu suchen, traf ich einst auf ein Geschöpf, das gegen 0,02 Mm. im Durchmesser, auf den ersten Blick als ein Protoplasmakügelchen mit vielen feinen darin suspendirten Kernchen erschien, von dem nach allen Seiten hin eine Menge feinster Protoplasmafäden ausstrahlten. Der Körper selbst war regelmässig rund, wenn man die kleinen hier und da hervorragenden Ausstülpungen nicht in Betracht zieht, die ein jeder Protoplasmakörper mehr oder weniger zu besitzen pflegt. Unter der Oberfläche des Körpers im Protoplasma erblickte man einige mehr oder weniger runde Körper. Die Protoplasmamasse zog sich theilweise etwas zusammen, um dann wieder die frühere Gestalt und Dehnung anzunehmen. Die von der Peripherie des Körpers strahlig verlaufenden Protoplasmafäden verschwanden theilweise auch öfters, dann kamen sie aber wieder zum Vorschein, indem wieder andere von ihnen sich unseren Blicken entzogen. In ihrer Masse war leicht eine, übrigens ziemlich langsame, Körnchenströmung zu beobachten, indem die im Protoplasma gelegenen feinen Körnchen, unter denen aber gewiss keine Zellen sich vorfanden, nach den Enden der Fäden oder der Pseudopodien langsam getrieben wurden und dann wieder umkehrten, um die frühere Stelle im Körper selbst einzunehmen. Die Länge der Pseudopodien war im Mittel gleich dem Durchmesser des Körpers. Später, als das Auge sich an das schöne Bild einigermassen gewöhnt hatte, und bei genauerer Prüfung, erblickte ich durch das Protoplasma, genau in der Mitte des Körpers, ein Bläschen, dessen Durchmesser etwa ein Drittel desjenigen des Körpers betrug. Es war nämlich eine vollkommen runde Blase, in der man nichts bemerken konnte; von ihr strahlten aber nach allen Seiten

hin einige kaum bemerkbare Linien, die sich als höchst feine Stränge erwiesen, welche nämlich von der Oberfläche der Blase zur Peripherie des gesammten Protoplasmakörpers verliefen und hier sich unserer Sehkraft entzogen, so dass ich eigentlich nicht weiss, ob sie hier endigen oder, wie es mir wahrscheinlicher erscheint, sich in die Pseudopodien als eine Art von Axencylindern fortsetzen.

Bei der Einwirkung eines Tropfens Schwefelsäure, wie es von Haeckel empfohlen wurde, erwies sich, dass die grossen Kugeln, die mir erst in dem Protoplasma gelegene Körper zu sein schienen, nichts anderes als Löcher der Schale waren. Das Thier hatte nämlich eine vollkommen regelmässig-kugelige Schale, die der Schwefelsäure-Reaction zufolge aus Kieselerde bestand. Die Schale war an der einen Seite von ungefähr 80 Löchern durchbohrt, die bei einem Durchmesser von ca. 0,001 Mm. eine mehr oder weniger rundliche Form hatten, so dass die Zwischenräume oder die Schalenstäbchen so ziemlich breit aussahen.

Der gesammte Körper des Thieres bestand also aus einer Protoplasmamasse, mit feinsten Körnchen erfüllt, von der eine Menge contractiler Pseudopodien mit sichtbarer Körnchenströmung ausstrahlten; einem verhältnissmässig grossen Kern mit den von ihm nach allen Seiten hin aufsteigenden dünnsten Fäden, die wahrscheinlich als Axencylinder der Pseudopodien fungiren; dieser Kern scheint vollkommen der sogen. Centralkapsel einer Radiolarie zu entsprechen, und wird deshalb von uns auch als solche beansprucht; und endlich auch noch aus einer gefensterten Kieselschale. So ist denn das Thierchen wohl als eine Süsswasser-Radiolarie zu betrachten, und zwar gleicht es einer echten See-Radiolarie, wie z. B. der Cyrtidosphaera reticulata Hkl., mehr als die von Dr. Greeff beschriebenen Formen. Die Abwesenheit der sogen. gelben Zellen kann gewiss nicht als Absprechungsgrund dienen, da dieselben auch bei einigen See-Radiolarien, wie bei den Acanthometriden, fehlen.

Leider habe ich keine Beobachtungen über die Lebensweise und die physiologischen Verrichtungen des Thieres anstellen können, so dass ich auch nichts hinsichtlich der interessanten Frage über die Art der Fortpflanzung mitzutheilen im Stande bin.

Schliesslich muss ich noch hinzusetzen, dass ich anfangs dachte, eine von dem Stiel abgerissene Clathrulina vor Augen zu haben, konnte aber beim sorgfältigsten Suchen den Rest des vermeintlichen Stieles nicht auffinden; ausserdem beweist wohl auch die Grösse des

Kernes, resp. der Centralkapsel, und die ausserordentliche Menge langer Pseudopodien, dass wir uns nicht irren, das Thier verschieden von den Clathrulinen und anderen Rhizopoden zu halten. Ich will es zu Ehren des verdienstvollen Naturforschers Hrn. Professor R. Greeff mit dem Namen Elaster[1]) Greeffii bezeichnen.

Die beigefügte Abbildung, Taf. XXI, wurde zwar ohne eine Camera, aber mit der grössten Sorgfalt gezeichnet. Die Fehler gegen die Perspective möge man dem schlechten Zeichner verzeihen.

1) ἕλος = Sumpf, ἀστηρ = Stern.

Ueber den Cysticercus taeniae gracilis, eine freie Cestodenamme des Barsches.

Von

Dr. von Linstow
in Ratzeburg.

Hierzu Fig. 1—5, Taf. XXI.

Bei den grossen Fortschritten, die in den letzten Jahren in der Erforschung der Entwicklungsgeschichte der Tänien gemacht sind, muss es auffallen, dass die Vogeltänien denen der Säugethiere gegenüber in der hierauf bezüglichen Literatur eine so überaus dürftige Rolle spielen. Unsere Kenntniss ist auf zwei Species beschränkt, den vielbesprochenen Cysticercus limacis[1]) oder arionis aus Arion ater, welcher in Totanus hypoleucos zur Taenia arionis *von Sieb.* erwächst, und Gryporrhynchus pusillus *Nordm.*[2]) aus Tinca chrysitis, der in Ardea nycticorax als Taenia macropeos *Wedl.* geschlechtsreif wird. Seit längerer Zeit besitze ich nun einen dritten Cysticercus und die dazu gehörige Tänie, ohne bisher im Stande gewesen zu sein, aus den höchst mangelhaften Beschreibungen Diesing's die Art bestimmen zu können, was mir erst durch das schöne Werk Krabbe's möglich wurde.

Beim Untersuchen eines Barsches fand ich in dem Magen desselben ein zweites von ersterem verschlungenes kleines Exemplar,

---

1) Leuckart: Die menschlichen Parasiten, Bd. I, Fig. 51.

2) Nordmann: Mikrograph. Beitr. I, 101, Tab. VIII, 6.

und in dessen Darminhalt entdeckte ich bei der mikroskopischen Prüfung desselben neben einer Anzahl kleiner Crustaceen den näher zu beschreibenden Cysticercus, der seiner Kleinheit wegen sehr schwer zu isoliren war, da er mit blossem Auge kaum sichtbar ist. Das Gebilde, frei im Darminhalt liegend, ist 0,14 Mm. lang und 0,09 Mm. breit; im Centrum befinden sich 8 Haken von etwa 0,08 Mm. Länge und genau der Gestalt, wie sie Taenia gracilis *Krabbe* (*Zeder*) zeigt. Der Cysticercus hat eine doppelte Hüllmembran, von denen die äussere homogen, die innere fein punktirt ist; die Pünktchen entsprechen wahrscheinlich den optischen Durchschnitten von Muskelfasern, die man auf der Fläche als parallele Querstreifung sieht; auch Längsstreifen zeigen sich; nach der oberen Seite zu, wohin die Wurzelenden der Haken gerichtet sind, findet sich eine trichterförmige Einbuchtung der Hüllen, während dieselben am entgegengesetzten Pole verdickt sind. In der Verlängerung der Spitzen der Haken zeigt sich ein schlauchförmiger, mehrfach eingeschnürter Körper, der offenbar die erste Anlage der Tänienproglottiden darstellt. Ausserdem bemerkt man kleine runde, mitunter doppeltconturirte Körperchen, von denen ich nicht weiss, ob sie dem Inhalt oder den Hüllen des Cysticercus angehören. Es ist nun wohl erlaubt, als hierzu gehörige Tänie die Taenia gracilis *Krabbe* zu bezeichnen, wegen der völligen Uebereinstimmung der betreffenden Haken in Zahl, Form und Grösse. Fütterungsversuche werden sich wohl nur in der Weise anstellen lassen, dass man junge Barsche die reifen Proglottiden dieser Tänie fressen lässt, was mir bisher unmöglich war, da ich die letztere erst einmal und zwar nicht, wie zu vermuthen, in Anas boschas dom. et fera oder Anas Penelope, sondern in Mergus merganser gefunden habe, der allerdings auch gelegentlich von jungen Barschen lebt. Meine Exemplare waren 10—15 Mm. lang, die Haken des Skolex stimmen genau mit denen, wie Krabbe sie abbildet und beschreibt[1]). Den Text Krabbe's will ich, da das Dänische nicht jedem Leser geläufig sein dürfte, mir erlauben, herzusetzen. „Bloch (Nr. 4, S. 14 und Tab. III, Fig. 3—4) beschreibt unter dem Namen T. collo longissimo Bandwürmer bei Anas boschas und Penelope, von welchen er bemerkt, dass der Kopf sehr leicht abgeht und deshalb schwierig zu bekommen ist. Die Kennzeichen sind übrigens sehr mangelhaft angegeben.

1) Krabbe: Bidrag til Kundskab om Fuglenes Baendelorme, pag. 51, Tab. VII, Fig. 154—155.

Zeder (Nr. 16, S. 347) nannte diesen Wurm T. gracilis. Da es kaum klar gestellt werden kann, welche Art Bloch vor sich gehabt hat, darf es mir erlaubt sein, Zeders Benennung für diesen Wurm anzunehmen, von welchem ich schon verschiedene Male einige Exemplare bei Enten gefunden habe (August 1865, October und November 1868), und von welchen die Köpfe immer im Darmschleim, getrennt von den Gliedern, gefunden wurden. Der Schnabel war mit 8 Haken versehen (Fig. 154), von 0,077 – 0,080 Mm. Länge (Fig. 155). Die Geschlechtsöffnungen sind einseitig und die Geschlechtstheile gleichen denen von T. sinuosa. Eier fanden sich nicht."

Hierzu muss ich bemerken, dass ich den Skolex häufig noch in Verbindung mit dem übrigen Wurm gefunden habe, dass aber die Genitalien der Zeichnung, wie sie Krabbe von T. sinuosa (l. c. Tab. VIII, Fig. 153) gibt, durchaus nicht gleichen, weshalb ich eine Zeichnung des Randes zweier Proglottiden mit den Cirren beifüge.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vergr. 350. Freier Cysticercus Taeniae gracilis aus Perca fluviatilis.

Fig. 2. Vergr. 500. Einzelner Haken.

Fig. 3. Natürliche Grösse. Taenia gracilis Krabbe aus Mergus merganser.

Fig. 4. Vergr. 150. Rand zweier Proglottiden mit Cirren.

Fig. 5. Vergr. 90. Skolex der Tänie.

Das Saugadersystem und die Nerven der Cornea.

Von

Dr. M. Lavdowsky

aus St. Petersburg.

Hierzu Tafel XXII, XXIII u. XXIV.

Die Frage über die Endigungen der Nerven in den verschiedenen Organen und Geweben gehört unstreitig zu den fruchtbarsten Aufgaben der neueren rationelleren Histologie, zu den Aufgaben, deren exacte Lösung für die Physiologie und Pathologie des Nervensystems unentbehrlich ist.

Aber trotz der Arbeiten, durch welche unsere Wissenschaft so bereichert worden ist, wie die Untersuchungen der Herren Müller, Arnold, Kühne, Deiters, Pflüger, Cohnheim, M. Schultze und vieler Anderen, besitzt kein Abschnitt der Histologie so viele Lücken, wie die Frage über den Bau des peripherischen Nervensystems.

In der Absicht, einige dieser Lücken auszufüllen, stellte ich im Verlaufe von zwei Jahren eine Reihe von Untersuchungen an, über welche ich, soweit sie die Endigung der Nerven in der Cornea betreffen, im Nachfolgenden berichten will.

Ehe wir aber auf diese Frage eingehen, ist es nothwendig, über den Bau des Hornhautgewebes selbst klar zu werden, welcher so verschieden von den Autoren aufgefasst wird und, nachdem wir unsere Ansicht darüber festgestellt, dann erst die Endigungen der Nerven in der Hornhaut zu untersuchen.

1. Ueber die Saftkanälchen der Hornhaut.

Seit der Entdeckung der sternförmigen Körperchen durch Toynbee[1]) in der Hornhaut und durch die Untersuchungen Virchow's[2]), welche die Stellung und Bedeutung dieser Elemente in ein klareres Licht rückten, betrachtete man fast allgemein bis zur Zeit der Forschungen von His[3]) und betrachtet noch jetzt die Grundsubstanz der Cornea als aus faserigen Bündelgeflechten bestehend, die aus dicken, platten und breiten Lamellen construirt werden, und die parallel der Oberfläche dieses Gewebes gelagert sind. Einer solchen Anordnung der Faserplättchen verdankt die Hornhaut (nach der Meinung der Autoren) ihre blätterige Construction. In den Zwischenräumen dieser Lamellen sind, parallel der Hornhautoberfläche, reihenweise sogenannte spindel- und sternförmige Körperchen der Cornea gelagert. Durch Anastomosen dieser Körperchen (der Bindegewebszellen nach Virchow und den Autoren) werde die Möglichkeit des Weiterrückens der nährenden Flüssigkeit erklärt, welche aus den benachbarten Gefässen der Sclerotica in's Gewebe der gefässlosen Cornea transudiren sollte.

Die Hornhaut, indem sie die unmittelbare Fortsetzung des Gewebes der Sclerotica bildet, mit welchem sie im embryonalen Zustande vollkommen übereinstimmt, unterscheidet sich jedoch von der Sclerotica dadurch, dass sie an ihren beiden Oberflächen mit glasartigen, elastischen Membranen bedeckt ist, welche genau der eigentlichen Hornhautsubstanz anliegen und ihrerseits ebenso wie die Cornealsubstanz unmittelbar in das benachbarte Gewebe übergehen. Die freie Oberfläche ist mit vielschichtigem Epithel bedeckt, welches von der Oberfläche der Conjunctiva auf die Bowmann'sche Membran übergeht, und mit dem einschichtigen, sehr zarten Epithel der Descemet'schen Membran wird die Fortsetzung derselben, das ligam. pectinatum bekleidet und so die Verbindung mit der Iris hergestellt.

In der Jetztzeit stimmen fast alle Forscher mit der Lehre über den Bau dieser glasartigen Lamellen[4]) und ihrer Epithelbedeckungen

---

1) W. His, Beiträge zur norm. u. path. Histol. der Cornea. Basel 1856. pag. 33.

2) R. Virchow, Cellularpathologie.

3) W. His, loc. cit.

4) Mit Ausnahme Einiger, z. B. Tamamscheff und Schweigger-Seidel, nach welchen die structurlosen Membranen den Charakter von feinen fibrillären Geweben besitzen.

überein, so dass Meinungsverschiedenheiten nur in Bezug auf den feineren Bau der Grundsubstanz der Hornhaut bestehen.

Während Henle[1]), Dornblüth[2]) und Langhans[3]) die Grundsubstanz der Cornea in glasartige Lamellen zerlegen, welche keine Spur von faserigem Bau besitzen, halten Virchow[4]), Kölliker[5]) und nach ihnen alle Autoren das Cornealgewebe für ein solches, welches aus einer Verflechtung sehr feiner Fibrillen zusammengesetzt sei, die zu dicken und schmalen Bündeln zusammentretend die Lamellen formiren sollen, und obgleich sie im Ganzen plattenartig gelagert sind, doch an vielen Stellen miteinander zusammenfliessen. His[6]), welcher mit vollem Rechte die Grundsubstanz der Cornea für eine structurlose Substanz hält, deren scheinbare Bündelartigkeit von einer Theilung der homogenen intercellulären Substanz in einer bestimmten Richtung abhängt, führt zugleich seine Beobachtungen über die Cornea mit polarisirtem Lichte an, auf Grundlage deren (die doppelte Strahlenbrechung durch die Grundsubstanz) Veranlassung gegeben wird, die Existenz dicker und schmaler Bündel in dieser Substanz anzunehmen, welche ein der Oberfläche der Hornhaut parallel verlaufendes Netz bilden.

Was aber die Körperchen betrifft, welche zwischen den Lamellen liegen, so ist hier der Unterschied der Ansichten ein weit grellerer. Virchow, His und mehrere Andere halten diese Elemente für gewöhnliche sternförmige Zellen, die vollkommen analog den Elementen des Bindegewebes (Sehnen, Schleimgewebe etc.) sind. Aber schon einige von diesen Autoren schliessen sich der Ansicht an, die von Recklinghausen[7]) ausgesprochen und von Leber[8]) bestätigt wurde.

Schon an den Präparaten von His in seinem bemerkenswerthen Werke über die normale und pathologische Histologie der Cornea erblicken wir Hindeutungen auf den wahren Bau dieses Gewebes.

---

1) u. 2) Dornblüth, Ueber den Bau der Cornea. Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. VIII, 1856. Daselbst Bd. VII, 1855.

3) Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. XII, 1861.

4) loc. cit.

5) Kölliker's Gewebelehre, 5. Aufl. Bd. II, p. 646.

6) loc. cit. p. 13 u. folg.

7) Recklinghausen, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung z. Bindegewebe. 1862.

8) Leber, Ueber Lymphwege der Hornhaut.

Indem His die Hornhaut mit Silber von verschiedener Stärke behandelte, erhielt er Niederschläge des letzteren, bald in der Grundsubstanz zwischen den Körperchen, bald im Innern derselben in Gestalt feiner und gröberer Körnchen, welche ausserordentlich deutlich die Conturen dieser Elemente markirten. Wenngleich auch His geneigt war, anzunehmen, dass in der Hornhaut ein System communicirender Kanälchen existire, welches keine Verbindung weder mit den Blut- noch Lymphgefässen besitze, dessen ungeachtet aber einige Verschiedenheit vom Systeme der communicirenden Körperchen des gewöhnlichen Bindegewebes offenbare, so änderte dieses nicht im geringsten die herrschende Ansicht über den Bau der Cornea, und als Recklinghausen seine Arbeit erscheinen liess, wurde seine Meinung mit grossem Argwohn betrachtet.

Recklinghausen erhielt bei der Behandlung der Hornhaut mit Silber in derselben ein Netz anastomosirender Kanälchen, in deren erweiterten Stellen er Zellen supponirte, welche von den Hornhautkörperchen verschieden seien, und als His von einer Ablagerung des Silbers inner- und ausserhalb dieser Körperchen sprach, separirte Recklinghausen das System der Kanälchen der serösen Häute mit seinen Zellen von den sogen. Hornhautkörperchen.

Eigentlich haben beide ein und dasselbe gesehen, aber der eine sprach von Körperchen im Virchow'schen Sinne, der andere dehnte seine Lehre über die Bindegewebskörperchen vollständig auch auf die Cornea aus, indem er ein neues, bis dahin unbekanntes histologisches Element einführte. Bei Injectionen der Hornhaut füllte er mit der Masse das System dieser Kanälchen und, Allen zuwider, bewies er ihre Verbindung mit den Lymph- und sogar mit den Blutgefässen (l. c. p. 36).

Die von Bowmann entdeckten Röhren erkannte er für eben solche, aber nur durch die Masse stark erweiterte Kanälchen, und sowohl diese, als auch jene rechnet er zu den Gebilden, die keine eigenen Wände besitzen. His dagegen, indem er die Cornea anders auffasste, leugnete nicht eigene Wände und isolirte sogar die Hornhautkörperchen in Säuren.

Indem Leber vermittelst Einstichs bei Kälbern und anderen Thieren Injectionen in die Hornhaut machte und alle Regeln der neuesten Technik für die Anfüllung so zarter Gebilde, wie diese Kanälchen sind, beobachtete, erhielt er nicht blos die Bowmann'schen Röhren, sondern er bemerkte auch den Uebergang der Masse aus

den letzteren in die Höhlen der Kanälchen selbst. Die Anordnung dieser Gebilde auf Flächen und Querschnitten, ihre Form und die Leichtigkeit, mit welcher sie angefüllt werden können — alles dieses spricht zu Gunsten der Meinung, dass diese Kanälchen wirklich den sogen. Hornhautkörperchen entsprechen, aber die Möglichkeit, sie sogar durch schwache Essigsäure zu isoliren, weist trotz der Meinung Recklinghausen's darauf hin, dass die Kanälchen eigene Wände besitzen. Somit müsste die Meinung der Gegner über diese Kanälchen ihren Halt verlieren. Allein die Frage, was die Zellen der Hornhaut sind und in welcher Beziehung sie zu den Kanälchen und den Bowmann'schen Röhren stehen, haben Leber's Erfahrungen nicht nur nicht gelöst, sondern sogar noch mehr verwirrt.

Endlich hat in letzterer Zeit Schweigger-Seidel[1]) eine ganz neue Ansicht über den Bau der Hornhaut geäussert.

Seiner Ansicht nach finden sich in der fibrillären Grundsubstanz dieses Gewebes ausser den sogenannten Hornhautkörperchen noch platte Zellen vor, die ihrem Charakter nach den Formelelementen entsprechen, welche nach der Ansicht von Ranvier[2]) den Hauptbestandtheil der Sehnen und des Bindegewebes im Allgemeinen bilden. Diese platten Zellen stellen sich nach der Ansicht von Schweigger-Seidel in der Form von zarten, glasigen, kernhaltigen Platten dar, welche elastische Eigenschaften besitzen und in den Höhlen oder Kanälchen der Hornhaut gelagert, mit den Hornhautkörperchen ein Ganzes bilden.

Was die Frage über das Verhältniss und die Lage dieser Platten in den Saftkanälchen anbetrifft, so werden nach Schweigger-Seidel diese Kanälchen nur von einer Seite von diesen Platten austapeziert (welche der Descemet'schen Haut zugewandt ist), indem sie mit der einen Fläche an den Wänden der Kanälchen angeheftet sind, mit der anderen jedoch frei in die Höhle der letzteren hineinragen.

Einverstanden mit der letzteren Ansicht des gelehrten Autors,

---

1) Schweigger-Seidel, Ueber die Grundsubstanz und die Zellen der Hornhaut des Auges (Arbeiten aus der physiologisch. Anst. zu Leipzig, 1870, p. 121).

2) Mit Bereitwilligkeit stimmen wir der Ansicht von Ranvier über den Bau der sogen. Zellen des Sehnengewebes bei, fühlen uns aber nicht berechtigt, mit ihm zu behaupten, dass die Formelelemente des Bindegewebes in allen Theilen des Organismus denselben Structurtypus besitzen, wie die Sehnen, weil uns beweisende Gründe dazu fehlen.

bin ich jedoch bis jetzt genöthigt, zu zweifeln, dass diese Platten als besondere Bildungen betrachtet werden müssen und sich von den Hornhautkörperchen unterscheiden sollen, glaube vielmehr, dass meine Ansicht über die sogen. Hornhautkörperchen bei den verschiedenen Arten der Behandlung, besonders bei Vergoldung des Gewebes, sich mehr der Wahrheit nähert.

Als Untersuchungsobjecte haben mir namentlich die Hornhäute der Menschen, Hunde, Katzen, Kälber, Frösche und Tritonen gedient, welche mit Jodserum, Essig- und Chromsäure, Chlornatrium, vorwaltend aber mit Chlorgold, seltener mit salpetersaurem Silber behandelt wurden; wir haben sie während des Lebens und injicirt untersucht. Zu letzterem Zwecke wurden sie häufiger von Menschen, Hunden und Katzen entlehnt, weil bei diesen die Anfüllung der Kanälchen mit weniger Mühe verbunden ist. Die Untersuchung der Hornhaut mit den drei erstgenannten Flüssigkeiten bei vollkommen frischen Objecten, gibt keine klare Vorstellung von den Saftkanälchen. Die macerirten Präparate geben in den drei ersten Flüssigkeiten die besten Bilder von den Nerven und Zellen, weniger gute aber von den Saftkanälchen; die Conturen letzterer werden zu durchsichtig und blass und geben demzufolge keine genauen Bilder, oder sie fallen und fliessen dermassen mit den Zellenkörpern (Chromsäure) zusammen, dass dieselben unbefriedigende Gestalten darbieten. Dagegen sind alle diese Flüssigkeiten zur Controle derjenigen Präparate unumgänglich nöthig, welche mit Gold und Silber bearbeitet wurden.

Von der Behandlungsmethode mit Chlorgold werde ich nicht ausführlicher sprechen, weil sie aus den Werken Cohnheim's[1]) und vieler anderen Autoren bekannt ist.

Wir beginnen damit, was uns die Versilberung der Hornhaut ergeben hat — eine Methode, bei welcher Objecte gewonnen wurden, die am meisten denjenigen Gestalten ähnlich waren, welche wir auf den serösen Häuten bei ihrer Versilberung gesehen haben.

His und Recklinghausen, indem sie Fixation des Silbers

1) Cohnheim, Ueber die Endigung der sensibl. Nerven in der Hornhaut. Virchow's Archiv Bd. 38, p. 343.

entweder in der Grundsubstanz oder ihren Körperchen erhielten, stellten diese Wirkung des Silbers in Abhängigkeit von der verschiedenen Stärke der Lösungen; übrigens erklärt der letztere Autor, mit dem erstern in Betreff der Möglichkeit des Silberüberganges aus der Grundsubstanz in die Höhlen der Saftkanälchen übereinstimmend, die Ursache dieses Ueberganges nicht. Andere Autoren lassen einen solchen Uebergang des Silbers aus der Grundsubstanz in die Körperchen nicht zu. Die Thatsache jedoch unterliegt keinem Zweifel, aber freilich gelangte das Silber in einigen Fällen erst dann in die Körperchen, nachdem es sehr stark in der Grundsubstanz abgelagert war und zwar am häufigsten nach der Einwirkung starker Lösungen und sogar Aetzung mit Lapis in substantia. Eben unter solchen Bedingungen bietet die Cornea auch solche Bilder dar, welche zur Verwechselung ihrer saftführenden Kanälchen mit den ähnlichen seröser Häute führen können. Ich besitze noch ein derartiges Präparat, welches vom Hunde nach der Cauterisation der Cornea gewonnen wurde. Schnitte durch den Schorf, der sich nach der Aetzung gebildet hatte und die angränzenden Theile desselben geführt, bewiesen sehr deutlich die verschiedenen Momente des Silberniederschlages in Gestalt feiner und grober, dunkelbrauner und schwarzer Punkte in der vollkommen homogenen Grundsubstanz. Diese Körnchen mit ununterbrochener, dunkelbrauner Färbung der Grundsubstanz zugleich, zeichneten vorzüglich und deutlich ein System anastomosirender Saftkanälchen ab, welche wie helle Sterne im dunkel-silberfarbigen Felde zum Vorschein kamen. Nach Massgabe der Annäherung zum Centrum des Schorfes trat das Bild in Folge stärkerer Färbung nach grösserer Anhäufung der gröbern Silberkörnchen deutlicher hervor. Wenn man in Fig. 7 u. 8 den weissen Grund (die Substanz zwischen den Kanälchen) schwarz machen und umgekehrt die Lumina der Kanälchen selbst (a, a) hell lassen würde, so erhielten wir eine vollständige Vorstellung von solchen versilberten Präparaten. Während wir an Goldobjecten innerhalb der Kanälchen Körperchen mit Kernen etc. sehen, finden wir an versilberten Präparaten unter den oben angeführten Bedingungen nichts Aehnliches. Wo sind die Körperchen mit den Kernen geblieben? Sind sie unsichtbar geworden?

Andere Präparate, die eben solchen Stellen entlehnt waren, zeigten, dass in dem Masse, wie die Ablagerung des Silbers im Innern der Kanälchen vor sich ging, in letztern die Körperchen

mit den in denselben eingeschlossenen Kernen kaum bemerkt werden.

Diese Kanälchen an Goldpräparaten, zwischen den ,,Faserplättchen" der Grundsubstanz liegend, welche gegenseitig miteinander verbunden sind, legen sich mit ihren Conturen so eng den Umrandungen der Grundsubstanz an, dass man zwischen beiden keine Gränze nachweisen kann; in diesem Falle scheinen die Kanälchen wirklich wandlose Gebilde, gleichsam Höhlen in der genannten Substanz zu sein, deren Wände die Grundsubstanz selbst zu bilden scheint.

Unsere mit Gold gefärbten Saftkanälchen bilden ein sehr entwickeltes Röhrennetz (s. Fig. 7 u. 8). Die Umrisse dieser Kanälchen sind scharf markirt und ausserordentlich schön, durch sehr feine Goldpünktchen violett mit einer grössern oder geringern Beimischung von rosenfarbiger oder dunkler Nuance gefärbt. Die gröberen Moleküle durchdringen dicht die protoplasmatische Substanz der Zellen, welche in den erweiterten Stellen der Kanälchen gelagert sind. Die Verdichtung des Goldes tritt in der unmittelbaren Umgebung des Zellenkernes schärfer hervor und markirt deutlich seine Contur. Die Substanz des Kernes besitzt sehr feine, rosenfarbige Körnchen mit zerstreuten violetten Punkten, unter denen nicht selten Nucleoli deutlich zum Vorschein kommen. Die Kerne, mit 1—3 glänzenden Kernkörperchen, sind in dem körnigen Protoplasma excentrisch gelagert, obgleich an allen ebenen Objecten die Lagerung derselben augenscheinlich dem Mittelpunkte der Zelle und des Kanälchens entspricht; doch stellt sich auf Querschnitten der Hornhaut heraus, dass der Kern grösstentheils unmittelbar irgend einer Stelle der Wand des Kanälchens (der vorderen oder hinteren) anliegt und seltener in der Mittellinie des Kanälchens sich befindet. Hier ist das Protoplasma der Zellen theilweise unmittelbar mit der Kanälchenwand zusammengeflossen, indem letztere mit jenem an dieser Stelle ein ununterbrochenes Ganze ausmacht, während mit den übrigen Theilen, welche die Form zarter Fortsätze haben, entsprechend der Richtung der divergirenden Röhrchen, das Protoplasma sich frei in der Kanälchenhöhle wiegt, indem es fast von allen Seiten her mit einer bewegbareren, weniger körnigen, das ganze System der Saftkanälchen erfüllenden Flüssigkeit umgeben wird.

Mit dieser Flüssigkeit, welche die membranlosen Zellen umgibt,

confluirt zuweilen das Protoplasma der letzteren, und in diesem Falle kann man nicht mehr die Grenzen beider sehen. Eben diese membranlosen, protoplasmatischen Gebilde, die mit Kernen und Kernkörperchen versehen sind, werden bei rohen Behandlungsmethoden in Gestalt der sogen. Hornhautkörperchen (spindel- und sternförmige Elemente) isolirt, weil ihre Verbindung mit den Saftkanälchen zerstört ist.

An Goldpräparaten ist es nicht schwer, sich von dem röhrenförmigen Charakter der verschiedenen Kanälchen und besonders von ihrer wechselseitigen Verbindung zu einem Röhrensystem zu überzeugen; letzteres in verschiedenen Ebenen und parallel der Oberfläche der Cornea. An solchen Präparaten sticht sehr scharf der Charakter der Anastomosen dieser Kanälchen hervor; sie senden röhrenförmige Zweige zu den benachbarten oder auch zu andern fernliegenden Kanälchen aus, ohne die nächsten Zweige und Knoten ersterer zu berühren. Die divergirenden Röhrchen und ihre Zweige tauchen, indem sie einen spitzen Winkel mit dem Ausgangspunkte aus dem Knoten in die darunter liegende Schicht bilden, auf ihrem Wege in die benachbarte Schicht ein, treten dann abermals heraus, um über 2—3 Röhrchen der höher liegenden Schicht zu passiren und mit den letzteren zu confluiren.

Ein eben solcher ist der Charakter, mit geringem Unterschiede in der Richtung der Kanälchen, auch in den Hornhäuten des Menschen, wo ihre Breite und Länge etwas kleiner ist im Vergleiche mit den Hornhäuten des Hundes. Bei der Katze ist alles dieses etwas grösser als beim Menschen, und nur die Länge der Kanälchen zwischen den Knoten ist beim letzteren grösser, als bei der Katze. Endlich ist bei allen von mir untersuchten Thieren der allgemeine Typus der Kanälchenanordnung in der ganzen Dicke der Cornea unregelmässig concentrisch: die langen Axen der Kanälchen sind bogenförmig gestellt, mehr oder weniger der flachen Cornealumgebung parallel, was man am besten an den der vordern und hintern Oberfläche dieses Gewebes zunächst liegenden Schichten bemerken kann.

Führt man den Schnitt der Art aus, dass derselbe regelmässig vertical zu den Ebenen verläuft, welche die vordere Oberfläche des Gewebes begränzen, wie es in Fig. 12 geschehen ist, und richtet darauf das Rasirmesser etwas schief, so kann man deutlich die bogenförmigen Röhrchen der Kanälchen beobachten, welche schicht-

weise zwischen den Lamellen gelagert und selten im vorder-hintern Diameter anastomosiren. Von einer solchen Richtung des Schnittes hängt der Umstand ab, dass man unregelmässig verlaufende lange Röhrchen und ihre Anastomosen mit den Knoten der Kanälchen beobachten kann, welche mit ihren breiten Theilen unter den Schnitt gerathen sind. An diesem Präparate sieht man die Theilung der Röhrchen und ihren Uebergang in die Knoten.

Was aber die Saftkanälchen der Kälber, Frösche und Tritonen betrifft, so ist der allgemeine Charakter in der Anordnung der Röhrchen auch hier fast derselbe, wie beim Menschen, bei den Katzen und Hunden, so dass der Unterschied nur darin besteht, dass bei Kälbern (Fig. 9) und Fröschen (Fig. 11) die Kanälchen ausserordentlich eng, ungleicher in ihren Umrissen, sehr lang, und ihre Richtungen geradlinig sind.

Letztere, in Anzahl von 6—12 Röhrchen, bilden zusammenfliessend sternförmige Höhlen, die mit grossen Kernen und einer geringen Quantität des Protoplasma gefüllt sind, welches diese Kerne bekleidet und mit seinen Ausläufern in die divergirenden Röhrchen hineinwurzelt. Die Kerne dieser Körperchen sind entweder gleichgestaltet, oder sie befinden sich in den mannigfaltigsten Phasen ihrer Theilung, als deren Product gewöhnlich 2 Kerne, selten 3 und 4 mit gleicher Quantität von Kernkörperchen zu Tage treten. Die Theilung der Kerne ist ebenso sicher, als die Theilung der bei normalen und pathologischen Vorgängen in das Hornhautgewebe eingewanderten weissen Blutkörperchen, welche im ersten Falle diejenigen Gebilde produciren, die den Namen Wanderzellen, im zweiten Falle — Eiterelemente führen. Diese Theilung unserer Kanälchenzellen ist durch Virchow, His und Andere in einer so glänzenden und dauerhaften Form bewiesen worden, dass es unbegreiflich ist, wie die Autoren, die Cohnheim's Theorie sich zuneigten, diesen Umstand leugnen konnten.

Nach dieser kurzen Abweichung wollen wir uns zu den Hornhäuten derjenigen Thiere wenden, mit welchen wir den Anfang gemacht hatten.

Bei jeder Frage ist das Streben billig, eine solche Methode aufzufinden, welche endgültig den fraglichen Punkt in dieser oder jener Richtung feststellen würde. Ebenso verhält es sich auch hier mit den Fragen: Haben die „Hornhautkörperchen" den Charakter ununterbrochener Röhrchen? Sind dieselben mit eigenen Wänden

versehen und in welchem Verhältniss stehen sie zu den andern Elementen?

Auf Grundlage der bereits vergoldeten Objecte haben wir ihre hohle Natur, ihre Beziehung zu den Hornhautzellen etc. bewiesen. Alles dieses wird noch mehr durch Injectionen der Cornea bestätigt.

Zur Erreichung dieses Zweckes habe ich für meine Injectionen gewöhnliches Berlinerblau und andere Masse gebraucht. Die Injectionen wurden mit der kaltflüssigen Masse mit Beihülfe des Ludwig'schen, als auch v. Alferow- und Rindowsky-Apparates[1]) gemacht oder, um den unnützen Lärm zu vermeiden, mit einer gewöhnlichen Spritze vollzogen, die sonst zur subcutanen Injection gebraucht wird.[2])

Frische Hornhäute von Menschen, Hunden und Katzen lassen sich wegen der Breite ihrer Kanälchen leichter und vollständiger injiziren, als diejenigen von Kälbern, Fröschen und Tritonen; die in der Müller'schen Flüssigkeit und Spiritus macerirten füllen sich schwieriger an, in Gold und Essigsäure noch schwerer, besonders wenn das Gewebe stark gequollen war und die Platten der Grundsubstanz sich von einander losgelöst hatten; die Extravasate sind in diesen Fällen unvermeidlich, weil die exfoliirten Lamellen (durch die Einwirkung der Essigsäure beim Vergolden) zur Zeit der Loslösung von einander Zerreissungen und Spalten der Saftkanälchen verursacht hatten.

Die besten Objecte erhält man von den Hornhäuten, welche glücklich vergoldet sind, an welchen man auf einmal alles übersehen kann, was nur in der Hornhaut bei den verschiedenen Behandlungsmethoden des Gewebes zu sehen ist — ein Umstand, welcher selten wegen Unvollkommenheit der Methoden der mikroskopischen Technik angetroffen wird. An solchen Präparaten, wo die Saftkanälchen injizirt sind, findet man auch die Conturen und Körperchen mit den Kernen durch Gold gefärbt, desgleichen auch die Nerven und ihre Endigungen; — aus solchen Präparaten, sage ich, kann man gewiss

---

1) Als Basis dieses neuen Apparates (welcher auf der 3. Naturforscherversammlung zu Kiew gezeigt wurde) dient der in Cautschukblasen sich befindende Luftdruck, welcher durch ein Manometer regulirt wird und der sich durch seine permanente Wirkung auszeichnet.

2) Die Canülen derselben sind jedoch zu dick und deshalb muss man sie durch gläserne Röhrchen ersetzen, welche am Ende in ein hohles Härchen ausgezogen sind.

eher einen Schluss ziehen, weil derselbe zu gleicher Zeit den andern controllirt.

In der 10. Fig. A u. B habe ich derartige Objecte dargestellt, welche geeignet sind, jeden Skeptiker zu überzeugen, dass die saftführenden Kanälchen in der That Röhrchen mit eigenen, specifischen Wänden darstellen, welche man isoliren kann, wie es Leber gethan hat; aber wir haben oben gesagt, dass seine Injectionen zugleich die Frage nicht gelöst haben, was die Hornhautzellen sind und in welcher Beziehung sie zu den Kanälchen stehen.

Wir haben bereits an den Goldpräparaten darauf hingewiesen, dass die Hornhautzellen protoplasmatische, von den Kanälchen abgesonderte Gebilde sind, welche, obgleich sie innerhalb derselben gelagert, mit ihnen nur am Orte der Lagerung der Kerne in Verbindung stehen. An Fig. 10 (A u. B), wo dieses scharf zu Tage tritt, sehen wir einerseits die Kanälchenhöhlen mit einer blauen Masse, welche völlig (a, a) oder nur theilweise (a′) das Protoplasma mit seinen Kernen einhüllt, die mehr oder weniger deutlich in Gestalt golddurchtränkter, deutlich conturirter, violett-rosenfarbiger oder mit Blau gemischter Körperchen hervortreten; andererseits — das Fliessen der Masse an den Umsäumungen der Kanälchen und die Sonderung der ersteren von den letzteren durch eine violettkörnige Contur der mehr oder weniger dicken Wand des Kanälchens (B), welches seinerseits von dem hellen homogenen Grunde der Grundsubstanz scharf abgesondert ist. Bei v, v sind besonders gut die Umrisse der Wand des leicht durch die Masse ausgedehnten Kanälchens zu sehen. Man muss nur diese Abbildungen mit Fig. 7 und 8 und den andern aus den Hornhäuten der Hunde und Katzen vergleichen, um sich von der Identität der vollkommen analogen Gebilde zu überzeugen und jeden Gedanken über die injicirten Kanälchen als Kunstproducte von der Hand zu weisen[1]).

Dasselbe nehmen wir auch an injicirten Hornhäuten des Menschen wahr, sei es, dass letztere vergoldet sind oder nicht. Eben ein solches ist das Kanälchennetz mit eigenen Wänden und nur die Lichtungen der Kanälchen sind enger. Die Sache verhält sich aber

1) Schweigger-Seidel (l. c.) und Boddaert (Centralblatt. 1871. Nr. 22) haben verschiedene Injectionen der Hornhaut gemacht und gleich mir eine Anfüllung des Systems der Saftkanälchen mit der Injectionsmasse erhalten, so dass schliesslich jeder Zweifel an der künstlichen Production dieser Bildungen beseitigt ist.

anders, wenn die Cornea nach der Injection z. B. mit Spiritus und Essigsäure oder mit irgend einem andern erhärtenden Reagens behandelt wurde; in diesem Falle werden wir eine der Abbildung 10, C. ähnliche Figur erhalten, wo die injicirten Kanälchen stark geschrumpft sind, ungeachtet dessen ein zierliches Netz dieser Kanälchen sichtbar ist, welche mit demjenigen sich verbinden, in welches die blaue Masse nicht eingedrungen.

Eben diese Abbildungen zugleich mit dem Umstande, dass man derartige injicirte Kanälchen durch starke Mineral- und Essigsäure isoliren und ihr ganzes System mit den Körperchen als ein selbstständiges Ganze aus der Grundsubstanz aussondern kann, lassen keinen Zweifel mehr übrig, dass die von Leber gefundene Thatsache wahr ist, nämlich, dass das Kanälchensystem mit seinen eigenen Wänden in der Form einer homogenen und nach unserer Meinung sogar ziemlich dicken (v, v) Membran versehen ist.

Diese Präparate, als auch diejenigen ohne Injection, welche nur vergoldet sind, geben eine positive Ueberzeugung von der grossen Verschiedenheit unserer Kanälchen in Vergleich mit denen, welche in den serösen Häuten an ihrer Oberfläche sogleich unter dem Epithelium verbreitet sind. In der Cornea sind die Röhrchen mit Wänden versehen; aber in den serösen Häuten sind es wandlose Höhlen, als deren Wand die Grundsubstanz erscheint. Im ersten Falle enthalten die Knoten unbedingt Protoplasma mit Kernen und Kernkörperchen und daselbst befindet sich auch die Nervenendigung, wie wir weiter sehen werden; im zweiten sind die Höhlen der Substanz ganz gewiss ohne Zellen und ohne alle Formelemente, wenn man nicht für solche die einfachen Niederschläge des Silbers ansehen wollte, welche bisweilen gleichsam an eckige Körperchen erinnern, während dieselben in der That künstliche Producte der übermässigen Färbung des Gewebes sind.

Endlich, bevor wir zu den Nerven der Cornea übergehen, müssen wir von den sogen. Bowmann'schen Röhren und von der sonderbaren Thatsache (die Injectionen der Nerven) sprechen), welche von Recklinghausen bemerkt wurde.

Wenden wir uns wieder zur Fig. 10, B. Hier habe ich mehrere Bildungen, welche einen röhrenförmigen Charakter besitzen und eine unmittelbare Fortsetzung des Systems der Saftkanälchen bilden, dargestellt. Diese Bildungen habe ich früher für die sogen. Bowmann'schen Röhren gehalten, jetzt aber, auf Grund meiner neueren

Präparate, bin ich anderer Meinung. Wir sind überzeugt, dass diese Bildungen (t′, t′, t′) in der Mehrzahl der Fälle nichts anderes als injicirte Nerven sind; in jedem zweifelhaften Falle braucht man das Präparat nur verschiedenen Manipulationen zu unterwerfen, um sich zu überzeugen, dass im Inneren dieser röhrenförmigen Figuren sich leicht Nervenfasern auffinden lassen.

Diese Erscheinung, die so sonderbar erscheint, ist nach unserer Ansicht eine natürliche Nothwendigkeit, welche aus der anatomischen Anordnung der Cornealnerven hervorgeht. Hier, um Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich nur darauf, dass eine ansehnliche Menge von Nervenbündeln, gesonderten Fasern und Axencylindern der Hornhaut in die Kanälchenhöhlen gebettet ist, aus welchen diese Nerven abermals in die Grundsubstanz eintreten, um von hier aus eine andere Kanälchenkette zu passiren und hier zu endigen oder, nachdem sie herausgetreten sind, ihre Richtung weiter einzuschlagen. Diese Nerven, allerseits von Kanälchen umringt, durch welche die injicirte Masse fliesst, und dieselben durchbohrend, um in die Grundsubstanz überzugehen, sind bald von Röhren, bald von blauen Streifen der Masse umgeben, welche durch die Oeffnungen geht und an der Oberfläche dieser Nerven als blaue Säume zum Vorschein kommt.

Es ist daraus ersichtlich, dass unsere Ansicht über diese Bildungen sich von der Ansicht Schweigger-Seidel's unterscheidet, nach welcher diese speerartigen Figuren röhrenförmig sein sollen, nichts mit den Kanälchen gemein haben und in Folge der Ausbreitung der Injectionsmasse zwischen den auseinandergedrängten Fasern von ihm zu den Kunstproducten gerechnet werden.

II. Die Hornhautnerven und ihre Endigungen.

Zu dem zweiten Theile unserer Beobachtungen übergehend, müssen wir bemerken, dass wir das nähere Eingehen in die Literatur unserer Frage für nützlich halten, woher wir nur einige Untersuchungen kritisch berühren werden.

Was die Anordnung und Endigung der Nerven in der Cornea betrifft, so haben die Untersuchungen namentlich von His[1]), Kühne[2]), Sämisch[3]), Hoyer[4]), Engelmann[5]), Cohn-

1) W. His, l. c.

2) Kühne, Das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864.

3) Beiträge z. norm. u. pathol. Histologie des Auges, 1862, p. 11.

4) Virchow's Archiv f. Anatomie etc., 1866, p. 181.

5) Ueber die Hornhaut des Auges. Leipzig 1867.

heim[1]), Kölliker[2]), Lipmann[3]) und andere sehr viel Bemerkenswerthes über die Verbreitung und Endigung der Cornealnerven nachgewiesen.

Einige von diesen Autoren nehmen die Existenz von Nervenzellen in der Cornea an, andere haben unter Nervenzellen Knoten beschrieben, welche an der Stelle der Theilung und Verflechtung der Nervenbündel und einzelner Fasern sich befinden.

Wenn es His nicht schwer war, in den Geflechten Ganglien zu erkennen, worin auch die meisten Autoren übereinstimmten, so war es aber viel schwerer, richtige Schlüsse zu ziehen in Betreff des weiteren Verlaufes der Fasern, welche aus diesen Ganglien entstehen oder durch dieselben hindurchtreten.

Während Kühne mit Bestimmtheit eine Verbindung der feinsten Nervenfibrillen (Axencylinder) mit den Ausläufern der Hornhautkörperchen behauptete (er hat sogar die merkwürdige Erscheinung der Contractilität der letzteren unter dem Einflusse des electrischen Stromes gesehen, welcher auf den mit der Zelle verbundenen Nerven einwirkte, und deshalb rechnete er die Nerven der Cornea zur Kategorie der motorischen), gingen andere Autoren noch weiter, indem sie das Hineinwachsen der Axencylinder in das Protoplasma und den Zellenkern und sogar eine Verbindung der kaum messbaren Fibrillen mit den Kernkörperchen und ihre Endigung in denselben beschrieben (Lipmann); die Mehrzahl der übrigen Forscher, da sie eine solche Verbindung nicht fanden, beschränkte sich auf die Voraussetzung, dass die letzten isolirten Fibrillen in der Grundsubstanz der Cornea entweder mit freien, dünner werdenden Enden (Sämisch) oder mit kolbenförmigen Verdickungen (Krause) endigen. Kölliker, Hoyer und Engelmann leugneten ganz die Möglichkeit einer solchen Verbindung.

Tolotschinov[4]), welcher dieser Frage einige Zeilen gewidmet hat, sagt, dass es ihm gelungen sei, nur eine Annäherung der Nervenfaser zum Zellenfortsatze zu sehen, aber von einer Verbindung mit dem letzteren kann er nichts Zuverlässiges sagen.

Es ist zu bemerken, dass kein einziger Autor, von dem Ver-

1) Virchow's Archiv, Bd. 38, p. 343.

2) Gewebelehre, 5. Aufl., p. 650.

3) Virchow's Archiv, Bd. 48, p. 218.

4) Inaugural-Diss. 1867, p. 23.

hältnisse der Nerven zu den Zellen sprechend, die Frage theilt in eine nach der Beziehung der Nerven zu den Zellen und die andere nach der Beziehung der Nerven zu den die Zellen umgebenden Kanälchen. Sobald die ersteren und letzteren als von einander unabhängige Gebilde anerkannt worden sind, muss man von der Besiehung der Nerven zu jedem von ihnen gesondert sprechen. Nur Kühne, ob zwar zu der Zeit die Frage von der Beziehung der Zellen zu den Kanälchen noch im Keime war, macht, wie es scheint, eine Begrenzung, aber auch bei ihm ist die Rede eher von der Verbindung der Nervenscheide mit der „Zellenmembran“, als mit der Kanälchenwand.

Indem wir zur speziellen Untersuchung übergehen, wollen wir zuerst die Frage über die Verbreitung und Endigung der Nerven in der Grundsubstanz der Cornea beantworten und dann erst der Frage von der Beziehung der Nerven zum Epithel uns zuwenden womit wir unsere Arbeit endigen werden.

Die Anzahl der in die Cornea eintretenden Nerven ist verschieden: So gibt es beim Frosche (nach Engelmann) bis 8, aber bei Menschen und höheren Thieren (nach Cohnheim, Kölliker und Sämisch) von 20 bis 36—48 Stämmchen. Wir haben fast dieselbe Anzahl der Nervenstämme gefunden, während bei Fröschen diese Anzahl je nach Alter, Entwicklung und Grösse der Thiere von 6—10, bei Tritonen von 4—6 und 8 schwankte.

Die Nervenstämme, in die Hornhaut eingetreten, bilden sogleich unter verschiedenen Winkeln Anastomosen. An den Stellen der Verflechtung und Theilung der Bündel (desgleichen der primitiven Fasern), was besonders deutlich an den Hornhäuten der Frösche und Kälber zum Vorschein kommt, sind die Nerven mit einer reichen Anzahl von Kernen versehen, welche sich vielfach theilen und mit sehr feinen, wellenförmig gewundenen, varicösen Fasern umgeben sind. Die grösste Anzahl solcher Kerne trifft man bei Fröschen und Kälbern an, die kleinste bei Menschen und Hunden. Bei Menschen und Katzen sind diese Kerne weit kleiner, als bei andern Thieren; dagegen bei Tritonen sind sie sehr gross. Von ovaler, rundlicher, zuweilen dreieckiger Form, liegen diese Kerne als unregelmässigere Häufchen in einem schönen, rosa-violetten, aus sehr feinen Fasern und Axencylindern gebildeten Netze, welche durch Verflechtung und Verbindung miteinander drei- und viereckige Nervenknoten (oder Ganglien) bilden. Diese Knoten sind von vorn nach

hinten abgeplattet und im Gewebe eingebettet. Sie entstehen durch eine enge Berührung der Fasern miteinander, sowie durch Verflechtung derselben mit den Axencylindern. Aus diesen Knoten entspringen neue Bündel sowie einzelne Fasern, welche sich entweder in die Grundsubstanz (zu den Canälchen und Hornhautkörperchen) oder nach vorne (zum Epithel) begeben.

Bevor sie jedoch zu diesen Stellen gelangen, bilden die Nerven vermittelst neuer Ganglien allmählig enger werdende, schlingenförmige Anastomosen (Fig. 1) und Netze, welche theils schichtenweise, theils ineinander gelagert sind.

Die Anastomosen zwischen den feinsten isolirten Fasern (genauer: Axencylindern), an welchen nicht mehr Kerne bis dicht zu ihrer Endigung zu bemerken sind, kommen durchaus nicht so selten vor, da sie bei gelungener Vergoldung deutlich hervortreten (n). Diese dickern Fasern erzeugen noch dünnere, die man sehr deutlich bei 9 und 10 immers. System sehen kann. In der letzten Zeit habe ich mich noch mehr überzeugt, dass der Charakter der Vertheilung dieser feinen und der noch etwas dickeren Fädchen sich sehr wenig von der Anordnung der Nerven, welche gleich unter der Bowmannschen Membran sich befinden, unterscheidet. Dieser Umstand hat mich noch mehr in meiner Ansicht verstärkt, welche ich im Nachtrage gegen Hoyer aufgestellt habe.

Sowohl diese, als auch jene theilen sich gabelförmig, vereinigen sich darauf wieder, indem sie dichtere, engmaschige Netze mit varicösem Charakter bilden. Diese letzteren, als sehr dünne, varicöse Fasern, treten in die innigste Verbindung mit den Kanälchen und Körperchen und zugleich mit den Faserbündeln, und, die Saftkanälchen passirend, erreichen sie das sogen. subepitheliale Arnold'sche Netz und treten dann mit der Epithelialdecke der Hornhaut in Verbindung. Die grösste Anzahl der Fasern bleibt jedoch in der Cornealsubstanz und liegt zwischen den Kanälchen und Körperchen.

Wenn man die isolirten, mit Kernen versehenen Nervenfasern, sowie die Axencylinder, welche bisweilen in ihre Bestandtheile (Primitivfibrillen nach M. Schultze) zerfallen und zu den Kanälchen und Körperchen treten, verfolgt, findet man, wenn auch nicht immer, solche Erscheinungen, welche durch Vieles an die Abbildungen Kühne's erinnern.

An vergoldeten Präparaten gelang es uns nicht zu sehen, dass die Markfaser (wie es bei Kühne auf Taf. VIII abgebildet) zu der

Zelle oder dem Kanälchen tretend, mit ihrer Hülle unmittelbar mit den Conturen der letzteren zusammenfloss und der Axencylinder sich im Protoplasma des Hornhautkörperchen endete. Wir können mit Kühne auch in der Beziehung nicht übereinstimmen, dass ein jedes derartiges Präparat auf die Endigung der Nerven in der betreffenden Stelle hinweisen würde. Im Gegentheile hat man an solchen Präparaten beständig die Beobachtung gemacht, dass mehrere derartige Kanälchen und Körperchen, in welche unstreitig die isolirten Axencylinder und ihre Bündel hineinwachsen, in der That nur als Bahnen dienen, durch welche die Fasern ohne Unterbrechung zu andern Kanälchen und Körperchen sich weiter begeben, wo sie auch, wie wir es unten sehen werden, endigen. Jeder Axencylinder (besonders bei Hunden), seltener die Bündel derselben (beim Frosch), wandern zuerst durch eine ganze Kette von Kanälchen, in den Höhlen der letzteren gelagert, legen sich unmittelbar ihren Wänden an, treten dann aus denselben heraus, um abermals in die nahe liegende Kette der benachbarten Kanälchen zu gelangen, und lösen sich endlich entweder in der Wand auf oder erstrecken sich weiter und wurzeln in das Hornhautkörperchen selbst hinein.

Auf der 11. Fig. (Frosch) sehen wir eine Verbindung von ganzen Bündeln der feinsten Fasern und Axencylinder (N′) mit den Saftkanälchen, welche mit einem körnigen Protoplasma der Körperchen und grossen Kernen (mit 1—2 Kernkörperchen) versehen sind. Es wäre natürlich vorauszusetzen, dass bei N′ wir eine Ramification und Endigung der Cylinderbündel in's Protoplasma der Kanälchen haben, allein dieses würde aus folgenden Gründen nicht richtig sein: Einerseits, weil mit der Entfernung der Axencylinderbündel vom Orte ihres Ursprunges (g) auch die Dicke dieser Bündel oder, genauer gesagt, die Quantität der Axencylinder, welche den Bestandtheil des Bündels formiren und in die Kanälchen hineinwurzeln, allmählig abnimmt, bis endlich zum Zellenkerne ein einziger Cylinder (n′) gelangt, welcher mit ihm sich auch verbindet; anderseits weist die beständige Verbindung von 1—2 Axencylindern (bei Hunden, Katzen) mit einem Kerne darauf hin, dass die Verbindung der Bündel (als „Endigung der Nerven") mit dem Kanälchen oder Körperchen nur eine scheinbare Erscheinung ist. Die 11. Abbildung wird uns dieses theilweise klar machen. Während bei N′ dicke Bündel von Nervenfasern in das Kanälchen eingehen, dringen bei n′ und n″ zwei und endlich ein Axencylinder in die Kanälchen

ein. Aller Wahrscheinlichkeit nach beschränken sich die isolirten Axencylinder nicht blos auf eine Ramification in den Kanälchen und dem Protoplasma eingeschlossenem Körperchen (n''), wie dieses in unserm Falle zu sehen ist, sondern sie durchlaufen auch den Kern bis zum Nucleolus, in welchem sie endlich enden, wie es Lipmann bei Fröschen gesehen hat und wie wir es unten bei den Hornhäuten der Hunde und Katzen beweisen werden.

Dasselbe, aber weit deutlicher, beobachtet man an den Hornhäuten der Hunde; doch durchwandern hier das Kanälchensystem dünnere Bündel und zerfallen äusserst schnell in isolirte Axencylinder. In Fig. 2, A sieht man eine lange, isolirte Faser, mit Varicösitäten besäet, durch die Wand in's Innere der Kanälchen gelangen. Aus denselben herausgetreten, richtet sie sich gegen eine andere, senkt sich wieder bei n' in die Höhle des Kanälchens ein, durchläuft den Kern, um in seinem Kernkörperchen (n'') zu endigen.

Nicht immer ist es jedoch so leicht, sich von der Lage einer solchen Faser an der innern Oberfläche der Kanälchenwand zu überzeugen, obgleich es keinem Zweifel unterliegt, dass die Masse der Nervenfasern, indem sie die Grundsubstanz passirt, nur eng den Kanälchenwänden anliegt. Wie dem auch sei, endigen diese und jene Fasern niemals im Protoplasma, fliessen niemals mit dem Zellenfortsatze zusammen, sondern erreichen unbedingt den Kern und das Kernkörperchen (s. Fig. 2, B).

Es ist hierbei folgender Umstand bemerkenswerth: In den Zellen, deren Kerne scheinbar keine Kernkörperchen enthalten, lösen sich die Axencylinder in dem Kern selbst auf (Fig. 4, B), indem sie eng mit denselben zusammenfliessen und an der Vereinigungsstelle bisweilen leicht erweitert sind (Fig. 4, A); oder — die Axenfibrille der blassen Faser, da wo sie sich dem Kerne nähert (Fig. 3, n'), verschmilzt mit demselben derartig, als ob der Kern selbst beim Begegnen mit der Faser zu ihrem Ende sich ausdehnen würde, um mit derselben zu confluiren, während die Scheide der blassen Fibrille sichtbar in die Contur der Kanälchen (c) übergeht.

Diese letztere Form der Verbindung zeigt uns, wie die Beziehung der Nerven zum „Zellenfortsatze" aufzufassen ist. In den Fällen, wo man eine solche Verbindung sehen konnte (ausgenommen, wenn der starke Goldniederschlag den weitern Verlauf der Faser im Kanälchen zu verfolgen hinderte), trat entweder die so

eben beschriebene Figur oder irgend eine andere mehr oder weniger complicirte Form derselben (Fig. 9, u, beim Kalbe) hervor.

Bei den letzteren Thieren ist es sehr schwer, in Folge des ausserordentlich dichten Kanälchennetzes die Enden der Axencylinder zu verfolgen. An diesem Präparate (Fig. 9, n) sehen wir ein dickes, dichotomisch sich spaltendes Nervenbündel und eine von ihm abtretende Faser, die mit einem Kerne versehen ist; desgleichen auch mehrere andere Fibrillen, welche in diesem Bündel vorkommen und mit Axencylindern vermengt sind. Die Faser n, einem Saftkanälchen sich nähernd, verschmilzt vermittelst ihrer Membran mit der Contur seiner Wand, während der Axencylinder, sich dem stark gefärbten Kerne nähernd, mit demselben zusammenfliesst.

In solchen Fällen kann man freilich nicht sagen, ob die Axe mit dem Kerne vereinigt ist oder sich weiter fortsetzt, oder endlich, wie wir dieses an Fig. 4 (n′) gesehen haben, eine solche Fortsetzung ganz fehlt.

Seltener erhält man complicirtere Combinationen (Fig. 6): der Zellenkern wird einerseits gleichsam durch das zu ihm tretende Bündel (N) der feinsten Axencylinder umfasst, anderseits von einem isolirten Fädchen umgeben, welches um den Kern leicht ausgeschweift ist, mit einem Worte eine etwas complicirtere Form, als die in Fig. 4.

Endlich existirt eine ganz besondere Form der Nervenendigungen, welche ausschliesslich für die Kanälchen bestimmt ist (Fig. 7 und 8).

Die dicken Axencylinder, welche von der einen Seite in die Kanälchenkette eintreten und gleichsam mit den allmählig dünner werdenden Enden der letzteren confluiren, zerfallen in ihre Primitivfasern (N′), welche in's Innere der Kanälchen gelangen, während ihre entgegengesetzten Enden, welche an diesen Stellen nicht in ihre Faserbestandtheile gesondert sind, in unregelmässige Plättchen von rhombischer Form (Fig. 8, p) sich spalten, die zuweilen Kerne enthalten und sehr eng der Kanälchenwand sich anschmiegen. Eine weniger complicirte Form solcher rhombischen Platten stellt Fig. 7, p dar. Hier geht der Axencylinder in eine weniger complicirte kernlose Lamelle über, die mit der Kanälchenwand verlöthet ist (Fig. 7, Np).

Es ist schwer zu sagen, ob nur diejenigen der Axencylinder, welche in ihre Bestandtheile zerfallen, sich auf den entgegengesetzten

Enden in die beschriebenen rhombischen Platten (oder Corneal-plättchen") erweitern, oder ob dieses auch mit andern dünneren Fasern möglich wäre. Fig. 7 spricht eher zu Gunsten des letztern Umstandes.

In diesen bisweilen leicht ausgeschweiften und dicht der Kanälchenwand plattenartig angepressten Lamellen wäre es erlaubt, eine besondere Form der Nervenendigungen zu erblicken, welche blos für die Saftkanälchen bestimmt und völlig unabhängig von der Nervenendigung der Körperchen ist, nur steht dieser Anschauung eine zu geringe Anzahl solcher Gebilde im Wege (dieses wurde von mir nur bei Hunden beobachtet).

Die erste Hälfte unserer Aufgabe ist somit gelöst.

Wir wenden uns jetzt der anderen Hälfte derselben zu, nämlich: Zu der Beziehung der Nerven zur vordern Epithelialbedeckung der Cornea.

Oben ist bereits gesagt worden, dass die Nerven an verschienen Stellen in die Hornhautsubstanz eintreten. Hierbei ergibt es sich, dass sowohl diejenigen der Nervenfasern und Nervenbündel der Axencylinder, welche in keinerlei Verbindung mit den Körperchen und Kanälchen gestanden haben, als auch die Nervenstämmchen, welche in die vordersten Theile der Cornea gelangten (da sie unter sich und den in die Bowmann'sche Haut eintretenden Nerven anastomosirten), ein neues Geflecht theils in der Substanz, theils an der Oberfläche dieser Membran bilden.

Dieses Geflecht ist das sogen. subepitheliale oder Arnold'sche Netz, dessen feinste Fibrillen, sich gegen das Epithelium erhebend, zwischen seine Zellen eintreten, hier ein neues Netz bilden und endlich sogar die Oberfläche der Epithelbedeckung erreichend, ausserhalb derselben mit den Anschwellungen oder Verdickungen sich auflösen, wie dieses von Cohnheim (l. c.) nachgewiesen wurde.

Indem Kölliker, Tolotschinow und andere vieles von Cohnheim an Goldpräparaten Gefundene bestätigen, haben sie jedoch diese Cohnheim'schen Verdickungen nicht gesehen.

Da wir eben mit Cohnheim übereinstimmen, dass das Arnold'sche Netz in der Substanz der Bowmann'schen Membran gebettet ist und zwar in ihrem obersten Theile, können wir die Belege Nicolaevs (l. c. p. 43) nicht gut heissen. Da er keine Verbindung der Nerven mit denjenigen „Linien" gesehen hat, welche in

Gestalt echt varicöser Fasern, die vollkommen ihren feinsten Fibrillen ähnlich sind und in der Grundsubstanz der Cornea liegen (Fig. 1, n), zwischen den Epithelialzellen verlaufen, so bedeutet das nur so viel, dass es ihm nicht gelungen sei, vieles davon zu sehen, was von Cohnheim, Kölliker, Tolotschinov beobachtet worden ist.

Diejenigen Präparate, wo zwischen dem Nerven und diesen varicösen Fasern keine Verbindung zu sehen ist, oder wo das Nervenende wie ein Block über oder unter dem Epithel hervorragt, sind als zu diesem Zwecke untaugliche anzusehen; denn es ist nicht schwer, solche zu erhalten, an welchen man bei allen beliebigen Einstellungen des Focus von der Verbindung der Fasern des subepithelialen Netzes (Fig. 12, f) mit den varicösen Fibrillen des Epithelialnetzes sich überzeugen kann.

An diesen Abbildungen (Fig. 12) sind alle diese Beziehungen zu sehen: 1. die Verbindung der Nervenfaser (N) mit den subepithelialen Fasern (f), welche durch seine Theilungsstelle (R. perforans) treten; 2. der Durchtritt letzterer zwischen den cylindrischen Zellen, welche von diesen Fasern umfasst werden, und endlich 3. ihr Hineinwachsen zwischen den rundlichen Epithelialelementen und so weiter bis zum Pflasterepithelium. Das subepitheliale Netz verschiedener Thiere kann man in allen seinen Formen am besten auf Ebenschnitten (Figuren dazu habe ich nicht beigefügt, um die Abbildungen Cohnheims, Köllikers und Anderer nicht zu wiederholen) betrachten.

Es leuchtet von selbst ein, dass man keinen Grund hat, diese interepithelialen, varicösen Fasern für Producte einer künstlichen Goldablagerung zu halten. — Auch ist es evident, dass man in diesen varicösen Fasern Cohnheim's das Endnetz der Hornhautnerven und namentlich des Epithelialüberzuges bei höheren Thieren erblicken muss.

Was aber die Cohnheim'schen Verdickungen dieser varicösen Fasern betrifft, so hält es wirklich schwer, dieselben aufzufinden (wer kennt die mutable Wirksamkeit des Goldes in ähnlichen Fällen nicht!). Auch andere Autoren haben sie nicht gefunden; aber zu behaupten, dass die von Cohnheim beschriebenen Gebilde nichts weiter als Goldniederschläge im Epithelialüberzuge der Cornea sind, ist eben so irrig, als wenn man die varicösen Fasern des epithelialen und subepithelialen Nervennetzes für Kunstproducte ansehen würde.

Wenn diese Cohnheim'schen Endigungen an der Hornhautoberfläche auch anderwärts als endgültig anerkannt sein werden; wenn die von Kühne beobachtete Thatsache der Contractilität der Hornhautkörperchen festen Fuss gefasst haben wird (was auch eine Bestätigung in der neuesten Untersuchung von Rollet[1]) erfahren hat, laut welcher „die Hornhautkörperchen ein contractiles Protoplasma besitzen"), so wird auch der Gedanke wahrscheinlich werden, dass erstere die Enden der sensiblen Nerven der Cornea sind und dass die mit Kernen, Kernkörperchen sowie die mit den Kanälchen verbundenen Nerven die Rolle der motorischen Leiter des in der Hornhautgrundsubstanz verbreiteten Nervensystems spielen. Wollte man endlich in den Nervenganglien der Cornea eine Verwandtschaft derselben mit den Nervenzellen auf Grundlage der neuesten Forschungen M. Schultze's über die letzten Elemente, — obschon wir in diesen Ganglien nicht den gewöhnlichen Typus der Nervenzellen entdecken — sehen, so würde der Gedanke, dass die Nervenganglien der Cornea — als Reflexglieder dieser und jener Nerven, sowie dass die Fasern und Axencylinder zwischen diesen Ganglien als intercentrale Fasern anzusehen sind — sehr nahe liegen.

Wir würden also in dem hypothetischen Reflexapparate der Hornhaut alle nothwendigen Elemente haben: die Cohnheim'schen Verdickungen mit ihren Nerven — als Gefühlswege dieses Apparates; Ganglien oder Knoten mit ihren interganglíösen Fibrillen — als äusserste Glieder mit ihren Intercentralfasern; und endlich als motorische Leiter — die aus den Ganglien abtretenden Nervenfasern, deren Ende — das Hornhautkörperchen (das leistungsfähige Organ) eine contractionsfähige Zelle ist.

Freilich, wir sind weit davon entfernt, dieser Hypothese den Charakter einer Thatsache zuzuschreiben, und wir verweisen auf dieselbe als auf eine logische Nothwendigkeit, welche aus dem beschriebenen Charakter der Nervenordnung und ihrer Endigungen in der Cornea hervorgeht.

Schliesslich wollen wir noch in Kurzem das Gesagte resumiren.

Die Hornhaut besitzt kein solches System von Saftkanälchen, wie nach der Ansicht von Recklinghausen die serösen Häute auf ihrer Oberfläche haben. Kein einziges von diesen Kanälchen

---

1) Rollet, Ueber die Contractilität der Hornhautkörperchen und die Hornhauthöhlen — Centralblatt, 1871. N. 13.

enthält weder Bindegewebskörperchen, noch auch andere Formelemente. Hierin liegt der Hauptunterschied des saftführenden Systems der serösen Häute vom System der Hornhautkanälchen.

Letztere sind, da sie ein in der Hornhautsubstanz verbreitetes Netz bilden, mit protoplasmatischen, kernhaltige Nervenendigungen enthaltenden Elementen versehen. Dieses Kanälchennetz hat seine eigenen Wände und kann leicht als ein selbständiges System von röhrenförmigen Gebilden injicirt und isolirt werden. Umgekehrt, lässt sich das saftführende System der serösen Häute als ein Netz von minirten Kanälchen in den oberflächlichen Schichten der letztern weder isoliren noch injiciren.

Das Netz der Saftkanälchen der Cornea dient als Leiter sowohl für die Bündel der Nervenfasern und Axencylinder, als auch für die Theile dieser und jener.

Die Nerven dieses Gewebes werden, indem sie sich in der Grundsubstanz und im Systeme der Saftkanälchen verästeln, nach Massgabe ihrer Divergenz immer dünner, bis zum Grade von isolirten, blassen Fasern, Axencylindern und ihren Bestandtheilen. Die letzteren lassen, indem sie gemeinschaftlich mit Bündeln der dickeren Fibrillen verlaufen, diese oder jene Kanälchenkette unberührt, treten darauf in die benachbarte Kette ein, wo sich auch ein geringer Theil derselben in den Kanälchenwänden (mit rhombischen Platten) endet; während der grösste Theil in Gestalt isolirter Axencylinder in das Protoplasma der Hornhautzellen hineinwurzelt, ihren Kern erreicht und daselbst, entweder mit ihm verschmelzend in demselben sich auflösst, oder in die Substanz des Kernes eintritt und im Kernkörperchen endigt. Ein anderer Theil der Hornhautnerven dient zugleich mit denjenigen, welche in das vordere Drittel der Hornhaut und unmittelbar unter der Bowmann'schen Haut eintreten, als Ursprung für die Entwicklung des sogenannten „subepithelialen Nervennetzes“ Arnold's, welches in der Bowmann'schen Membran in der Nähe ihrer vordern Oberfläche versenkt liegt.

Die Endfasern dieses Netzes senden in Gestalt von Axencylindern Wurzeln in den vordern Epithelüberzug der Cornea, bilden hier ein Geflecht und enden scheinbar nur das Plattenepithelium erreichend. Ihre Enden setzen sich vermuthlich bis zur freien Oberfläche des Epithels fort, um hier mit Cohnheim's Verdickungen aufzuhören.

Die letzten Fasern gehören, dem durch ihre Endigungen eingenommenen Orte gemäss, zur Kategorie der sensiblen Nerven, und sie bilden wahrscheinlich zugleich mit den Nervenfasern, welche vermittelst Nervenganglien (oder Knoten) und intergangliösen Fasern sich in den Kanälchen und Körperchen endigen, einen complicirten, reflectorischen Apparat, in welchem die Zellen, die in den Saftkanälchen der Cornea enthalten sind, als die leistungsfähigen Organe erscheinen.

Nachtrag.

Nachdem meine Arbeit zum Drucke in diesem Archive abgeschickt war, ist eine Reihe Beobachtungen von Rollett[1]) und Klein[2]) erschienen, über welche ich ein paar Worte hier sagen muss, in Anbetracht der Resultate, zu welchen die gen. Autoren gekommen sind, die theils meine Beobachtungen bestätigen, theils ihnen widersprechen.

Doch ehe wir zu denselben übergehen, müssen wir noch bei den neuen Beobachtungen von Hoyer[3]) verweilen, welche jedoch später als meine ausführlichen Mittheilungen in Rudnew's Archiv f. Histologie etc. publicirt worden sind. In kurzen Zügen will ich hier die Hauptpunkte erläutern, in welchen Hoyer von meinen und den Untersuchungen Anderer abweicht.

Indem er zugleich mit mir die Existenz des Arnold'schen (subepithelialen) Netzes, den Durchgang der Fasern des letztern zwischen den Epithelialzellen und ihre Endigung an der Oberfläche des vordern epithelialen Beleges der Cornea (ausser dem freien Hervorstehen der Cohnheim'schen Nervenendknöpfchen, welche sowohl er, als auch ich nicht gesehen haben, obgleich er an den Enden der letzteren Fasern leichte varicöse Verdickungen zugesteht)

---

1) l. c. und Stricker's Lehre v. d. Geweben, V. Lief. p. 1091.

2) Klein: On the peripheral distribution of Non-medallated Nerves-fibres in Quarterly Journal of microscop. Science, Octob. 1871 p. 405 u. January 1872 p. 21.

3) Hoyer: Ueber die Nerven der Hornhaut (Warschauer Universitätsberichte 1870, N. 2).

zuerkennt, weicht Hoyer von mir in den zwei folgenden Punkten ab:

1. Indem er von dem Theile des vordern Hornhautnervennetzes spricht, welches hinter der Bowmann'schen Membran liegt und das er „Subbasalschicht" nennt, meint Hoyer, dass dieses Geflecht, welches aus einer Fortsetzung der Conjunctivalnerven besteht, man von den übrigen Nerven der Hornhaut trennen und in zwei Schichten, eine obere aus feinen, varicösen Fasern bestehende Schicht, die sogleich unter der Bowmann'schen Haut liegt, und eine tiefere unterscheiden müsse, welche aus den obern und tiefen Nervengeflechten der Hornhautsubstanz entsteht. Die Fasern (nach Hoyer) der „Subbasalschicht" scheinen niemals Kerne zu enthalten und nachdem sie eine kurze Strecke verlaufen sind, endigen sie mit freien Enden, die mit kleinen Verdickungen versehen sind.

Auf dieser Grundlage, zugleich mit dem Umstande, dass es Hoyer nicht gelungen ist, eine Verbindung der Nerven mit den Hornhautkörperchen zu sehen, rechnet er die Nerven seines Geflechtes zur Kategorie der sensiblen und spricht endlich, dass mit Rücksicht auf meine erste Abbildung (s. Fig. 1) und nach der Beschreibung der Nervenverbreitung in der Cornea mir bereits seine „Subbasalschicht" der Nerven bekannt war, als ob ich ihre besondere Bedeutung nicht erkannt hätte. Jedoch können wir mit Hoyer darin nicht übereinstimmen, dass man in dem Geflechte, das unter der Bowmann'schen Haut liegt, eine besondere Schicht erblicken sollte, daher wir es auch nicht von den übrigen Hornhautnerven trennen können, welche eng mit diesem Geflechte verbunden sind und durch ihren Charakter der Verbreitung sich nicht von den Nerven unterscheiden[1]).

2. Was aber die Endigung der Nerven in der Grundsubstanz betrifft, so muss man sagen, dass, wenngleich auch ich ebenso wie

1) Auf der Naturforscherversammlung im vorigen Jahre zu Kiew anwesend, habe ich mit grossem Vergnügen die von Hoyer dorthin mitgebrachten, die Nerven der Cornea betreffenden Präparate mir angesehen, muss jedoch hier bekennen, dass trotz der Schönheit und Eleganz derselben ich mich von seiner Hauptthese, den grellen Unterschied in der Vertheilung der »Subbasalschichtnerven« betreffend, in Folge dessen man dieselben der Meinung Hoyer's nach in eine besondere Schicht isoliren sollte, nicht überzeugen konnte. Uebrigens wie wir auch diese Schicht benennen würden, so wird dadurch am Wesen der Sache nichts geändert.

Kölliker, Hoyer und Andere viele sehr feine Fibrillen gefunden haben, welche dem Scheine nach frei mit einer leichten Verdickung am Ende aufhören, so halte ich dennoch die Behauptung Hoyer's für zu gewagt, dass die Nerven in der Grundsubstanz mit freien Enden sich auflösen, welche nicht mit den Körperchen verbunden sind, und ich bin fest davon überzeugt, dass die sogen. „freien Enden" nichts anderes als die Producte eines unvollkommenen Goldniederschlages und daher einer unvollständigen Färbung sind.

Rollett[1]) und Klein[2]) sind über die Endigungen der Nerven in der Grundsubstanz der Cornea zu negativen Resultaten gelangt, gleich Hoyer und Andern über die Verbindung der Nerven mit den sogen. Hornhautkörperchen: „Ich muss z. B., sagt Rollett, vielmehr gerade auf Grund dieser Goldpräparate behaupten, dass man die feinsten Nervenfasern im Hornhautgewebe immer (??) an den Hornhautkörperchen und ihren Ausläufern vorbeilaufen sieht, also eine Verbindung der Hornhautkörperchen mit Nerven daran nicht nachgewiesen werden kann" (l. c. p. 1139).

Hier wiederhole ich, dass zwar das von mir oben beschriebene (s. Fig. 2, A u. B, Fig. 3, 4, A u. B etc.) bemerkenswerthe Verhältniss der Axencylinder der motorischen Nerven zu dem Kern und Kernkörperchen der Saftkanälchenkörperchen nicht so häufig beobachtet wird, als man es erwarten sollte (ich sage noch mehr: auf manchen Exemplaren der Hornhaut konnte ich dieses Verhältniss gar nicht finden), so ist es dafür in den Fällen, in welchen ich es mit aller Genauigkeit bei starker Vergrösserung beobachtet habe (hier controlirte ich es immer mittelst Zerzupfung, Isolirung, Auflösung der Elemente und Nervenendigungen), keinem Zweifel unterworfen, dass ein Theil der Nerven in den Kernen oder Kernkörperchen der Saftkanälchenzellen endet, wogegen das, was die Autoren (Kühne) die Verbindung der Nerven mit den Fortsätzen oder Ausläufern der „Körperchen" benennen, sich immer entweder als Producte einer unvollständigen Ablagerung des Goldes (in diesen Fällen färbten sich nicht die Theile des Axencylinders, welche im Innern des Hornhautkörperchens nahe beim Kern sich befanden) oder als Product einer zu starken Färbung herausstellte (es ist begreiflich,

1) Von der Hornhaut. Stricker's Lehre v. d. Geweben, V. Lief. p. 1134—39.

2) Quarterly Journal of microscop. Science, Octob. 71 u. January 72.

dass im letzten Falle die groben Ablagerungen des Goldes im Protoplasma der Körperchen die wahrscheinlich existirende Verbindung mit dem Kern unsichtbar machen, und dass auf die Weise die letztere sich gleich dem ersten Falle dem Auge des Beobachters, wenn auch aus anderer Ursache, entzieht).

Ich glaube, dass es mir zugleich mit Lipmann zu beweisen gelungen ist, dass die Nerven unbedingt mit den Zellen und dabei mit den Kernen und Kernkörperchen in Verbindung stehen, daher ist es begreiflich, dass in derartigen Nerven sensible Fasern von unserem Gesichtspuncte aus nicht möglich sind.

Schliesslich bleibt mir hier noch zu bemerken übrig, dass ich bis jetzt mich noch nicht von der Wahrheit der Ansicht über den Bau der Hornhautkörperchen als „platte Zellen", der Ansicht, welche von Schweigger-Seidel (s. oben) aufgestellt worden ist, überzeugen konnte und ich mich eher der Ansicht Rollett's (l. c.) anschliesse, und gleich dem letzteren die sogen. Hornhautkörperchen für ein „Protoplasmanetz" halte, welches mit einem Theil der Nerven und Nervenendigungen in einem äusserst reichen System von röhrenförmigen Saftkanälchen eingebettet ist, deren vollständige und äusserst gelungene Injectionen nach Leber nicht nur von mir, sondern von Müller, von Schweigger-Seidel und endlich von Boddaert erhalten sind.

St. Petersburg, im Januar 1872.

Dr. M. Lavdowsky.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXII, XXIII u. XXIV.

Fig. 1. Nervennetz von der Hornhautsubstanz des Hundes. N Dicke Stämme von Nervenfasern, die mit Kernen und immer feiner werdenden Fibrillen versehen sind. Erstere und letztere theilen sich dichotomisch und verdünnen sich bis zum Grade isolirter Fäserchen (n) und Axencylinder. S. 7. ok. 2 Hartnack.

Fig. 2. A. Eine varicöse Faser (Axencylinder) n, welche durch zwei vereinigte Saftkanälchen tritt; n' Hineinwachsen einer Faser in's Saftkanälchen und Protoplasma des Körperchens; n'' Durchtritt

durch die Substanz des Kernes und Endigung im Kernkörperchen (aus der Hornhaut eines Hundes). S. 9. immers. ok. 3. B. Dasselbe. Endigung einer verzweigten Faser im Kerne und Kernkörperchen.

Fig. 3. Drei durch röhrenförmige Fortsätze vereinigte Kanälchen; a Röhrchen, die aus einem Ganglion der Kanälchen divergiren; b Kerne mit Kernkörperchen; c Grenzen des Protoplasma, welches einen Kern umgibt; n' Verbindung einer blassen Faser mit der Kanälchenwand und des Axencylinders mit einem Kerne (Hund). S. 9. immers. ok. 3.

Fig. 4. A. Varicöse Faser (n) mit einem Kern (n') des Körperchens verbunden, welches im Kanälchen liegt (Katze). B. Verbindung eines dichotomisch verzweigten Nerven mit zwei Kernen in den Kanälchen (Hund). S. 9, ok. 3.

Fig. 5. A. Verbindung von Bündeln der Axencylinder mit einander (N) und eines derselben mit dem „Zellenfortsatze" der Kanälchen (n'). S. 9, ok. 2 (Katze). B. Verbindung eines Axencylinders mit dem „Zellenfortsatze" der Kanälchen aus der Hornhaut des Frosches. S. 9, ok. 3.

Fig. 6. Complicirtere Verbindung der Axencylinder (N n) mit einem Zellenkerne des Kanälchens. S. 9, ok. 3 (Hund).

Fig. 7. Netz von Saftkanälchen mit Zellen und ihren Kernen; a Kanälchenröhren; b Körperchenkerne; N ein Axencylinder; p Erweiterung desselben in eine rhombische Platte, die mit der Kanälchenwand verbunden ist (Hund). S. 8. ok. 3.

Fig. 8. Verbindung von zwei Kanälchennetzen vermittelst eines Axencylinders (N), welcher in seine Primitivfasern zerfällt (N') und in das Kanälchen eintritt; n Austritt letzterer aus den Kanälchen und Eintritt in die Grundsubstanz zwischen denselben; p Erweiterung eines Axencylinders in eine grosse complicirte rhombische Platte, die mit einem Kerne versehen ist (Hund). S. 8, ok. 3.

Fig. 9. Netz von Saftkanälchen und ihren Knoten; a Kanälchenröhren; b Körperchenkerne; c getheilte Kerne; a' spindelförmige Kanälchen mit Kernen; N dickes Nervenbündel; n eine von ihm abtretende Faser, die mit einem grossen Körperchenkerne verbunden ist (Kalb). S. 10, ok. 4.

Fig. 10. A. Ein mit Gold bearbeitetes und mit Berlinerblau injicirtes Netz von Saftkanälchen aus dem Centrum der Cornea eines Hundes. a, a' theilweise und völlig injicirte Goldkanälchen; b ihre Kerne (mit nucleoli) mit einer blauen Masse umgeben, welche ihrerseits durch die Kanälchenwände abgegränzt wird, in denen ebenso wie im Protoplasma mit Kernen das Gold in Gestalt rosenfarbiger oder violetter Körnigkeit sich abgelagert hat.

Fig. 10. B. Ebenfalls röhrenförmige Gebilde (injicirte Nerven) aus dem peripherischen Theile der Hornhaut. a, a', b — dasselbe wie bei

A; t' Verbindung eines Röhrchens mit der Kanälchenkette; t'' »blindes Ende« dieses Röhrchens.

Fig. 10. C. Ein injicirtes, aber nicht vergoldetes Netz von Kanälchen aus der Cornea eines Hundes, welche mit Spiritus und Essigsäure bearbeitet wurde. a, a' stark injicirte Kanälchen, aber in Folge der Alkoholeinwirkung bedeutend eingeschrumpft; b Verbindung letzterer mit dem gewöhnlichen uninjicirten Saftkanalsystem. Fig. 10 A, B u. C. S. 8, ok. 3.

Fig. 11. Kanälchennetz mit Körperchen aus der Hornhaut eines Frosches. a Kanälchen; b Körperchenkerne; N Nervenbündel mit Axencylinder; g Nervenganglien; N' Wurzeltreibung in die Saftkanälchen; n' Wurzeltreibung zweier; n' eines Axencylinders; n sehr feine, geradlinige Axencylinder und Primitivfibrillen. S. 10, ok. 3.

Fig. 12. Vertical-schiefer Durchschnitt der Cornea des Hundes; a, d bogenförmige geordnete Kanälchenröhren, von denen einige sich dichotomisch theilen; a' Röhrchen von Kanälchenknoten; c, c' unvollendete Conturen (von einem unvollständigen Goldniederschlage am betreffenden Orte) der Kanälchenröhrchen; N ein sich verzweigender Nerv; f Fibrillen eines subepithelialen Nervennetzes; n epitheliales Nervennetz, dessen Fasern das Plattenepithel erreichen. S. 9, ok. 2.

Untersuchungen über den lymphatischen Apparat in der Milz.

Von

Dr. Eduard Kyber,

Assistenten am pathologischen Institute in Dorpat.

Hierzu Taf. XXV und XXVI.

Bei der Betrachtung des Baues der Milz wird die Aufmerksamkeit besonders nach zwei Richtungen hin gefesselt, einerseits durch die feinsten Blutgefässe, andererseits durch die Lymphbahnen. Als ich meine früheren Untersuchungen über dieses Organ[1]) veröffentlichte, hatte ich nur in Bezug auf das Verhalten der ersteren definitiven Aufschluss erzielt. Jenem natürlichen Gesetze zufolge, nach welchem der Mensch um so mehr durch einen Gegenstand gefesselt wird, je weniger derselbe erforscht ist oder zugänglich erscheint, interessirte mich aber noch mehr, als die Blutbahn, die Lymphbahn.

Auf das Feld der Wissenschaft ist das Object schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts geworfen, und zwar erkannte Ruysch[2]), nachdem er auf ingeniöse Weise die Lymphgefässe der Hülle der Kalbsmilz dargestellt hatte, „vasa illa (lymphatim) non solum in plenis superficie reperiri, verum etiam in parte interiori arteriam splenicam nervosque concomitari". Er stellte dieses hin gegenüber den Resultaten anderer Forscher, welche gar keine Lymphgefässe bei der Milz sahen.

1) Dieses Archiv Bd. VI, p. 510.

2) Opera omnia. Amstelodami MDCCXXXVII. T. I. Dilucidatio valvularum in vasis lymphaticis etc., p. 13.

Ruysch's Angaben wurden jedoch in unserer Zeit von den meisten Beobachtern ignorirt, sei es, weil man dieselben nicht kannte, sei es, weil man sie für bedeutungslos hielt; denn dieselben sind alter Sitte gemäss nur in Form der heutigen „vorläufigen Mittheilungen" gemacht. Dass aber die späteren bis auf Tomsa (1863) nicht weiter oder nicht einmal so weit kamen als Ruysch, rührt hauptsächlich daher, weil der Weg des directen Nachweises durch die Injection hier mühsam ist, auf dem bequemen Wege der histologischen Analyse aber geirrt wurde.

Thatsache ist nun, dass man zu Anfang des letztverflossenen Decenniums in der vorliegenden Frage so weit zurückgekommen war, als es nur möglich sein konnte. Ein Theil der Beobachter[1]) nahm hypothetisch an, dass die Milz ein wesentlich zum Lymphgefässsystem gehöriges Organ sei, oder behauptete in derselben Weise ohne Weiteres das diametral Entgegengesetzte. Ein anderer Theil beschäftigte sich zwar eingehend mit der Untersuchung der Frage, war aber im Wesentlichen zu negativen Resultaten gelangt. So glaubte bekanntlich Teichmann[2]), gestützt auf die Ergebnisse seiner Injectionen, den Ausspruch thun zu dürfen, „dass im Innern der Milz keine Lymphgefässe vorkommen". Und Billroth[3]) gelangte nach eifrigem Forschen zu der Ansicht, „dass die menschliche Milz (sowie auch die Milz der Katze, des Hundes) überhaupt gar keine Lymphgefässe besitze".

Allerdings wurde der Gedanke an die Anwesenheit solcher im Innern unseres Organs auch nach dem Bekanntwerden der Teichmann'schen Untersuchungen nicht allgemein aufgegeben. Ja Schweigger-Seidel[4]) meinte in Bezug auf die den kleinen Arterien zukommende adenoide Scheide (Lymphscheide), es sei „wohl unzweifelhaft, dass diese mit den Lymphgefässen in Verbindung steht". Aber diese Ansicht stützte sich allein auf die histologische Verwandtschaft jener Scheide mit dem in den Lymphdrüsen zu findenden Gewebe. Abgesehen von den Lymphbahnen in der Hülle, welche nur bei gewissen Thieren (Pferd, Rind, Schwein, Schaf) durch

1) Eine genaue Zusammenstellung der älteren Literatur findet man in dem weiter unten bezeichneten Aufsatze von Tomsa. Ich gehe deshalb kurz über dieselbe hinweg.

2) Das Saugadersystem vom anatomischen Standpunkte. 1861, p. 97.

3) Virchow's Archiv Bd. XXIII, p. 493.

4) Ebendaselbst p. 569.

die Injection leicht darstellbar sind, einer nicht richtig gedeuteten Beobachtung Teichmann's und jenen von einzelnen Forschern gesehenen Lymphgefässstämmen, welche am Hilus neben den Blutgefässen aus dem Organe herauskommen, handelte es sich nur um Vermuthungen, bis endlich die Injectionsergebnisse von Tomsa[1]) erschienen.

Die auf die Pferdemilz bezügliche Darstellung, welche von diesem Forscher in grossartigen Zügen entworfen ist, geht bekanntlich dahin: Milzgewebe und adenoide Arterienscheide sind von Lymphbahnen durchzogen; zum Abfluss von hier ist ein zweifacher Weg vorhanden: einerseits sind es die Milztrabekel, in denen die Lymphflüssigkeit in der Regel den in der Kapsel verlaufenden Gefässen zufliesst, andererseits wird dieselbe durch die Scheide der grösseren Arterien zum Hilus geführt; überall gewahrt man aber Combinationen beider Wege.

Späterhin wurden diese Angaben mehrfach kritisch betrachtet, sie fanden zum Theil eine von der Tomsa'schen differente Deutung, auf Beobachtungen gestützte Mittheilungen über denselben Gegenstand wurden jedoch nur spärlich geliefert. Wir gehen auf dieselben an den betreffenden Stellen ein.

Ich habe früher nur das die Balken durchziehende Stromgebiet darstellen und über dieses nur in den Hauptumrissen Angaben machen können. Wie aber mein Interesse für die Milz nachher nicht aufhörte, so habe ich bei zweckmässiger Gelegenheit weitere Untersuchungen insbesondere in Bezug auf die Lymphwege in derselben gemacht. Und jetzt ist es mir denn auch ebenfalls gelungen, längs den Arterienstämmen verlaufende Lymphbahnen zu injiciren und bis in den adenoiden Theil der Arterienscheide zu verfolgen und eine Communication des in dem Balkenwerke befindlichen Stromgebietes mit dem Milzgewebe sicher nachzuweisen.

Es soll nun zunächst hauptsächlich die Milz des Pferdes betrachtet werden, indem ich hier das vollständigste Resultat erhalten habe und dabei ein unmittelbarer Vergleich mit den auf dasselbe Thier bezüglichen Angaben Tomsa's möglich ist. Wo ich das Object nicht näher bezeichne, ist also immer die Pferdemilz vorauszusetzen.

Wie auch Tomsa, injicirte ich mit einer kleinen Handspritze (von Lür) und zwar ebenfalls nur in der Stromrichtung der oberflächlichen Lymphgefässe. In dem Modus, wie sich die Bahnen

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, mathem.-naturw. Klasse 1863, Juni-Dez. Bd. XLVIII. 2. Abthl. p. 652.

füllten, besteht jedoch zwischen Tomsa's und meinen Resultaten der Unterschied[1]), dass die Injectionsmasse bei jenem durch die Trabekel in die Milz eindrang, worauf sie am Hilus aus der Tiefe wieder hervorkam und in Lymphgefässe überging, während bei mir beide Stromgebiete in einer dem Lymphstrome entgegengesetzten Richtung injicirt wurden, nämlich einerseits eine Injection der Bahnen in den Trabekeln (Trabecularbahnen) von der Oberfläche aus erfolgte, andererseits aber auch die die Arterie umgebenden (perivasculären) Bahnen vom Hilus zur Tiefe sich füllten; in diese drang die Masse also vermittelst Communicationswegen, welche in der Gegend des Hilus zwischen ihrem Stromgebiete und den in der Kapsel verlaufenden Bahnen oder zwischen den aus beiden sich entwickelnden Stämmen bestanden. Zu bemerken ist auch, dass Tomsa als Injectionsmaterial Leim mit löslichem Berlinerblau verwerthete, während ich nur eine körnige kaltflüssige Masse (das gewöhnliche Beale'sche Blau[2]) benutzt habe, und zwar wegen der bekannten Unzuverlässigkeit des Leimes[3]).

Indem ich mit der Betrachtung des perivasculären Stromgebietes beginne, glaube ich zunächst als etwas Wesentliches mittheilen zu müssen, dass unter wenigstens 30 Milzen[4]) vom Pferde, bei denen ich die Injection der Lymphgefässe vornahm, nur zwei eine Füllung der hier zu betrachtenden Bahnen ergaben, und dass die Injectionsmasse nur in einer (hier jedoch an 5 verschiedenen Stellen des Organes nachgewiesen) bis in den adenoiden Theil der Arterienscheide vorgedrungen war. Interessant war es jedoch, dass die Einspritzung in diesen beiden Fällen verhältnissmässig leicht sich ergab, indem von verschiedenen Zweigen der Kapselgefässe aus, in deren Verlauf die Canüle eingeführt wurde, in der Regel ohne äusserlich am Hilus sich manifestirende Gefässrupturen ein Uebergang der Masse in die perivasculären Bahnen erfolgte. Die Ursache hierfür lag, wie ich glaube, darin, dass die letzteren in diesen Fällen

1) Dieser Unterschied ist natürlich unwesentlich, aber der Erwähnung gewiss werth.

2) Frey: Das Mikroskop, 1868, p. 96.

3) Siehe in diesem Archiv Bd. VI, p. 542.

4) Eine besondere Aufmerksamkeit habe ich im Herbste des vergangenen Jahres 12 Milzen gewidmet, hier mitunter 4—6 Stunden auf ein einzelnes Organ verwendet, um dasselbe zu injiciren.

sich in weit geöffnetem Zustande befanden, wie das später noch berührt werden wird.

Wir haben nun bei dem bezeichneten Stromgebiete einerseits die Wurzel desselben, d. h. den adenoiden Theil der Arterienscheide, andererseits die abführenden Bahnen zu betrachten.

Ich beginne mit den letzteren, den perivasculären Bahnen, jenen Räumen und Canälen, welche im Innern der Milz die zahlreichen gesondert in das Organ eintretenden Aeste der Arteria lienalis einhüllen. — In Fig. 1[1]) erhält man bei 80facher Vergrösserung einen Begriff von den Verhältnissen auf einem Querschnitte, welcher einer Stelle entnommen ist, die, in der Richtung der eingehüllten Arterie gemessen, ca. 1½ Cm. von der Eintrittsstelle der letzteren in die Milz entfernt war. Innerhalb der grösstentheils aus längsverlaufenden glatten Muskelfasern bestehenden Balkenscheide (e), welche ihren Ursprung von der Tunica propria des Organes nimmt, liegt central die Arterie (a); seitlich von dieser gewahrt man die Nervenstämme (c); der übrige Raum wird von lockerem Bindegewebe (d) und den theils leer, theils mit Injectionsmasse gefüllt erscheinenden Lymphbahnen eingenommen. Die letzteren ziehen unsere Aufmerksamkeit am meisten auf sich. Dort, wo dieselben am dichtesten von der blauen Masse angefüllt sind, gewährt das Bild einen etwas eigenthümlichen Anblick. Man frägt sofort, ob es sich auch wirklich um angefüllte präformirte Wege handele. Aus den nächstfolgenden Seiten wird der Leser sich selbst ein Urtheil bilden. Damit man mich jedoch nicht missverstehe, will ich gleich das meinige dahin abgeben, dass wir es hier zwar mit präformirten Lymphwegen zu thun haben, dass dieselben aber in dem vorliegenden Objecte dilatirt und durch die bei der Injection erfolgte Zerreissung der Umgebung vielfach mit einander verbunden sind; ausserdem sind bei der weiteren Behandlung nachträglich Körnchen der blauen Masse in das Gewebe zwischen den Bahnen gelangt.

Man gestatte mir nun auch bei der näheren Beschreibung der Uebersichtsbilder hier und da etwas zu anticipiren, wofür der Beweis erst später geboten werden wird. Auf diese Weise lassen sich die Thatsachen am kürzesten vorführen.

---

1) Die Behandlung der abgebildeten Präparate ist bei der »Erklärung der Abbildungen zu sehen.

Wir setzen die Betrachtung mit der schon bekannten Fig. 1 fort. Manches Interessante bietet dieselbe dem aufmerksamen Beschauer dar. Ich habe die Einspritzung, wie gesagt, nicht von den Hauptstämmen, sondern von den in der Kapsel verlaufenden Gefässen aus durch Communicationsbahnen gemacht. Augenscheinlich hat nun mehr als ein Gefäss am Hilus mit den perivasculären Bahnen der Arterie in Fig. 1 im Zusammenhange gestanden, denn während dieselben an der unteren Peripherie grösstentheils vollkommen leer sind, hat sich die Injectionsmasse an der oberen äusserst dicht angehäuft. — Durchgehen wir weiter das Detail, so sieht man links oben einen mit der blauen Masse angefüllten wohlbegrenzten Raum, von welchem Ausläufer nach unten abgehen. Auch von den anderen angefüllten Räumen dringt die Masse mehrfach in Spalten die sich im Bindegewebe befinden, hinein. Die Räume selbst sind verschieden gross, von durchaus unregelmässiger Gestalt. Die Injectionsmasse erscheint in ihnen theils sehr dicht angehäuft, theils haftet sie nur den Wänden an; sie ist in letzterem Falle einerseits nur in geringer Menge in die Bahnen eingedrungen, andererseits bei der Schnittführung und weiteren Behandlung aus denselben herausgefallen. Interessant ist auch, dass die Balkenscheide in der oberen Peripherie (im Bilde) nicht dilatirt erscheint, ja die centrale Arterie liegt sogar näher der oberen als der unteren Begrenzung. Eine gewisse Ausdehnung hatte die Injection wohl bedingt, diese Dilatation hat sich aber wahrscheinlich später bei dem Schwinden des flüssigen Theiles der Injectionsmasse in der Müller'schen Flüssigkeit, worin die Objecte gehärtet wurden, wieder ausgeglichen. Hauptsächlich ist übrigens, wie es scheint, nur das lockere Bindegewebe in der Umgebung der grösseren Lymphbahnen bei der Injection comprimirt worden, denn in der oberen Peripherie des vorliegenden Objectes ist dasselbe nur in Gestalt schmaler dichter Septen sichtbar, während es unten, wo die Bahnen leer sind, viel reichlicher wahrgenommen wird. — Rechts im Bilde fällt uns die fast vollständige Einhüllung des Nerven durch die injicirten Räume auf, und hier sieht man ferner einen (durch Vereinigung von drei kleineren entstandenen) mächtigen muskulösen Trabekel, der sich an der Balkenscheide ansetzt; seine Lymphbahnen sind in ihrem Endtheile in geringer Ausdehnung von den perivasculären Bahnen aus injicirt. Die uninjicirten Räume erscheinen theils nur als Lücken im Bindegewebe, theils erkennt man schon hier eine besondere Wand

an ihnen (links). Interessant ist in dem Bilde endlich noch das Verhalten der Arterie (a) zu den perivasculären Bahnen. Man sieht, dass es nicht die Adventitia (z) derselben ist, in welcher sie verlaufen. Die Adventitia ist viel dichter, als die Umgebung, wodurch sie sich von dieser in Uebersichtsschnitten sowohl nach der Tinction mit Rosanilin, als auch ohne diese (aus Müller'scher Flüssigkeit) durch dunklere Färbung abhebt. An der Peripherie geht dieselbe jedoch continuirlich in das das Bett der Lymphbahnen bildende lockere Bindegewebe über, welches als Fortsetzung des subperitonealen Bindegewebes zu betrachten ist. Mitunter dringt die Injectionsmasse aus den zunächstliegenden Räumen auch zwischen die Fasern der Adventitia hinein.

In Fig. 2 sieht man ebenfalls bei 80facher Vergrösserung einen Querschnitt von einer anderen Arterie und deren Umgebung, welcher einer Stelle entnommen ist, die ca. 3 Cm. von dem Eintritt der Arterie in das Organ entfernt lag. Dasselbe zeigt abermals die vorhin berührten Verhältnisse. Es ist hier die Injection jedoch besser gelungen. Die mit blauer Masse angefüllten Räume erscheinen deutlicher als präformirte Bahnen. Ausserdem sieht man dieselben zum Theil im Längsverlaufe in der Umgebung eines von der Arterie a abgegangenen Zweiges (a'), welcher selbst nur in geringer Ausdehnung an einer gebogenen Stelle von dem Schnitte getroffen wurde. Auch sieht man an der im Längsschnitte sich präsentirenden Balkenscheide (e) der Arterie a', wie dieselbe aus der Länge nach verlaufenden Muskelzellen besteht.

Ehe wir weiter gehen, ist hier noch die bei derselben Vergrösserung gezeichnete Fig. 3 zu betrachten. Ich habe mich bemüht, das betreffende Präparat mit grösster Genauigkeit darzustellen. Es handelt sich um eine kleine Partie eines Uebersichtsschnittes, welcher in der Längsrichtung einer Arterie derart gemacht ist, dass die Arterie nur an der Peripherie stellenweise getroffen wurde. Sie ist nicht dargestellt, hätte — mit starker Adventitia — links in dem Bilde liegen müssen. Die gezeichnete Partie befand sich 1—1½ Cm. von dem Hilus der Milz entfernt. Den rechten Rand bildet die Balkenscheide (a), an der nichts von einem zelligen Bau gesehen wird, weil das Präparat nicht gefärbt ist. An der durch feine Streifung angedeuteten Stelle (e) zwischen beiden Anhäufungen der Injectionsmasse liegt in der Tiefe ein starker Nerv, welcher ebenfalls nur an der Peripherie getroffen wurde und

nicht deutlich erscheint, weil der Schnitt eine beträchtliche Dicke besitzt und ungefärbt ist, makroskopisch und an der Lage jedoch unzweifelhaft als solcher erkannt wird. In dem lockeren Bindegewebe unmittelbar am Nerven verläuft nun ein wohlgeformtes Lymphgefäss. Dieses hat mir die Veranlassung zur Darstellung des Bildes gegeben. Das Gefäss ist im Präparate eben so deutlich sichtbar, wie hier; sein Lumen ist theilweise mit Injectionsmasse ausgefüllt, zum Theil ist dasselbe leer und nur an den Wänden mit einigen blauen Körnchen belegt, wie das nicht selten bei der Injection mit den körnigen Massen gesehen wird. Das untere Ende des Gefässes verliert sich, ohne dass es weiter verfolgt werden kann, das obere, welches dem Hilus der Milz zugekehrt ist, beginnt nicht an jener Stelle, wo es auf dem Bilde aus den gefüllten Räumen zu entspringen scheint, sondern erscheint abgeschnitten, wie man das bei verschiedener Einstellung des Mikroskops sieht. Wahrscheinlich — ich zweifle nicht daran — ging es unmittelbar in die am Hilus austretenden Stämme über. Nachweisen konnte ich das nicht, weil mancher Schnitt bei der Anfertigung solcher Präparate verloren geht, indem trotz der Dicke, welche dieselben haben müssen, damit die Continuität gewahrt werde, doch häufig ein Ablösen der Theile von einander stattfindet, namentlich dann, wenn die in dem lockeren Gewebe verlaufenden Bahnen am gelungensten in der Längsrichtung getroffen worden sind. Das Bild thut aber jedenfalls unzweifelhaft dar, dass in der Umgebung der Arterien im Innern der Milz neben den übrigen Lymphwegen auch wohlgeformte Lymphgefässe vorkommen. Bilder, ähnlich dem dargestellten, habe ich, wenn auch weniger schön, nicht selten in Schnitten aus der Nähe des Hilus gesehen. Klappen scheinen in diesen Gefässen keine oder nur rudimentäre vorhanden zu sein. — Was das sonst noch in Fig. 3 Wahrnehmbare anlangt, so treten auf der linken Seite mehr begrenzte injicirte Räume hervor, während auf der rechten Seite eine gleichmässige Anhäufung der blauen Masse in dem dicken Schnitte vorhanden zu sein scheint.

Aus dem Mitgetheilten geht schon hervor und aus dem Folgenden wird sogleich weiterhin ersichtlich werden, d a s s d i e p e r i v a s c u l ä r e n L y m p h b a h n e n, a b g e s e h e n v o n d e r ä u s s e r s t w e c h s e l v o l l e n C o n f i g u r a t i o n i h r e s L u m e n s, n a m e n t l i c h a u c h i n i h r e m B a u e e i n e n i c h t u n b e d e u t e n d e V e r s c h i e d e n h e i t d a r b i e t e n. Es wiederholt sich hier also dieselbe

Erscheinung, welche von dem Lymphgefässsystem im Allgemeinen bekannt ist. Im Wesentlichen haben wir jedoch nur eine zweifache Form, einerseits ausgebildeten Lymphgefässen ähnliche Canäle, andererseits eigenthümliche Lymphräume. Die letzteren findet man aber wiederum theils als solche, welche mit stärkeren Wandungen versehen sind, theils als solche, deren Begrenzung nur durch die als Endothel bekannte dünne Zellenschicht gebildet wird, und diese letzteren stellen ihrerseits wieder entweder grössere Räume in dem Bindegewebe dar, oder präsentiren sich nur als feine Spalten zwischen den Bindegewebsbalken.

Die wohlgeformten Gefässe, von denen man eines in Fig. 3 gesehen hat, will ich nicht weiter besprechen; diese Art Gefässe sind so bekannt, dass über ihre Natur kein Zweifel bestehen kann. Die übrigen Bahnen müssen aber noch weiterhin betrachtet werden.

Die Fig. 5 möge zur Orientirung dienen. Dieselbe stellt bei 310facher Vergrösserung einen Theil eines feinen Querschnittes dar, welcher $2^1/_2$—3 Cm. von der Eintrittsstelle der Arterie in das Organ entfernt gemacht ist. Bei a sieht man einen kleinen Theil der Wand (Muscularis) der von den Lymphbahnen eingehüllten Arterie. Hiernach haben wir es also mit einer der Arterie zunächst liegenden Partie zu thun. Unmittelbar der Adventitia (b) sich anschliessend, sieht man auf dem Querschnitte die starken Fibrillenbündel des lockeren Bindegewebes (f), und in diesem die Lumina von quer durchschnittenen Canälen oder Räumen, deren Wand theils deutlich hervortritt (d), theils nur theilweise oder gar nicht in dem Bilde zu sehen ist (c, e). Man sieht auch, dass die Spalten zwischen den Bindegewebsbalken mit diesen Räumen im Zusammenhange stehen.

Zunächst ist das lockere Bindegewebe zu berücksichtigen. Dasselbe unterscheidet sich nicht wesentlich von dem lockeren Bindegewebe anderer Orte; es besteht aus feineren und stärkeren Bindegewebsfasern (Fibrillenbündeln), Zellen, welche bald reichlicher, bald spärlicher vorhanden sind, und einer grossen Menge elastischer Theile.

Die Kenntnisse über den Bau des Bindegewebes haben nun aber in der jüngsten Zeit eine neue Wendung genommen, deshalb ist es nothwendig, bei diesem Gegenstande noch einen Augenblick zu verweilen.

Nachdem schon früher einzelne einschlägige Beobachtungen ge-

macht worden waren, hat bekanntlich zuerst Ranvier[1]) näher dargethan, dass die zelligen Elemente der Sehnen und des lockeren Bindegewebes abgeplattete Gebilde, mehr oder weniger ähnlich den Zellen auf der Oberfläche seröser Häute, darstellen, und dass dieselben den Fibrillenbündeln von aussen anhaften. Das weitere Detail der Ranvier'schen Angaben erwies sich zwar als irrthümlich, das Wesentliche in Bezug auf die Bindegewebszellen ist aber schon mehrfach bestätigt worden. Ich will hier nur anführen, dass nach Schwalbe[2]) die zelligen Elemente der den Opticus umhüllenden Bindegewebsbalken, sowie auch der Balken des Fontana'schen Raumes nur solche Platten sind, welche hier zu elastischen kernhaltigen Scheiden zusammengeschmolzen erscheinen, während Boll[3]), der die Frage über den Bau des Bindegewebes einer eingehenden Untersuchung unterworfen hat, in Bezug auf das fibrilläre Bindegewebe der „Arachnoides cerebri" und der von ihr zum Gehirn abgehenden Balken zu dem Resultate kommt, dass hier ein wechselvoller Bau vorhanden ist, obwohl es sich stets um analoge Verhältnisse handelt: Die Fibrillenbündel sind mit äusserlich ihnen anhaftenden Zellen versehen; diese sind auf den einzelnen Fasern in verschiedener Menge vorhanden, vorzugsweise abgeplattet, bald jedoch kleiner und mit weichem Protoplasma versehen, bald in isolirte kernhaltige elastische Platten umgewandelt, bald endlich zu elastischen, mit Kernen versehenen Scheiden, welche die Fibrillenbündel einhüllen, zusammengeschmolzen. Ausserdem fand Boll in den Zellen und den von diesen gebildeten Scheiden elastische Streifen oder Rippen.

Ich muss mich nun in Bezug auf das lockere Bindegewebe, welches die Arterienstämme in der Milz umgibt, an Boll anschliessen, doch scheint hier eine noch grössere Mannigfaltigkeit zu bestehen, als an anderen Orten.

Die Fibrillenbündel sind von sehr verschiedener Dicke. Bei alten Pferden sieht man alle Uebergänge von ganz feinen Fasern bis zu solchen von 0,021—0,03, mitunter selbst bis 0,06 Mm. Durchmesser. In der Milz des Füllens sind dieselben durchweg feiner. Beim Ochsen und Kalbe findet man ein ähnliches Verhältniss, doch

---

1) Archive de Physiologie normale et pathologique T. II 1869, p. 471.

2) Dieses Archiv Bd. VI, p. 51 u. 291.

3) Ebendaselbst Bd. VII, p. 275.

sind die Fasern hier im Allgemeinen feiner, als bei Pferden. Und bei dem Menschen, dem Hunde und der Katze sind sie noch bedeutend dünner, als beim Rinde. Diese Fasern erscheinen grösstentheils ohne weitere Behandlung längsgestreift, zum Theil jedoch homogen, lassen sich aber auch dann, wie jene, durch 10 % Kochsalzlösung [1]) in Fibrillen zerlegen.

Was nun die zelligen Elemente anlangt, so habe ich weder nach Färbungen, noch bei anderweitiger Behandlung im Innern der Fibrillenbündel Zellen gesehen. Diese haften denselben entweder von aussen an, oder man findet sie oder ihre Kerne nach dem Zerzupfen der Präparate frei in den Spalten zwischen den Fibrillenbündeln und elastischen Faden- und Membranennetzen. An einem Theile der Fasern, und zwar an den dünneren, sind die Zellen nun kleiner, reichlicher und mit körnigem (weichen) Protoplasma versehen; an anderen sieht man nur kernhaltige, glänzende Schuppen; ferner habe ich mich bei der Milz des Pferdes und Ochsen auf das Bestimmteste von der Anwesenheit solcher Zellen auf den Fasern überzeugt, welche Boll als den Sehnen eigenthümliche erkannt und abgebildet hat [2]). Sowohl an zerzupften frischen Präparaten, als an Schnitten des gehärteten Objectes habe ich mich von diesen Formen der Zellen überzeugt. Was die elastischen Scheiden anlangt, so kann ich nicht genau angeben, in welcher Ausdehnung die Fibrillenbündel von solchen umgeben sind. Thatsache ist, dass man häufig an den stärkeren Balken dicht neben dem Contur des letzteren einen zweiten Contur findet, der als optischer Ausdruck einer feinen Haut gedeutet werden kann, dass man in dieser feinen Haut nicht selten kleine Verdickungen und elliptische Kerne wahrnimmt, dass man auch Linien, die von den Enden dieser Scheide abgehen, über den Balken hinüberziehen sieht, dass man endlich auch Balken wahrnimmt, welche theilweise von schalenartigen Häutchen umgeben sind, die sich von der Oberfläche des Balkens abgehoben haben. Wenn es mir nun auch nicht gelungen ist, solche abgelöste Röhren in grösserer Ausdehnung zu sehen, und auch viele Balken nackt erscheinen, so könnte das doch darauf zurückgeführt werden, dass

---

1) Vergl. Schweigger-Seidel: Berichte über die Verhandlungen der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mathem. naturw. Classe, Bd. XXI, 1869, p. 352.

2) Vergl. in diesem Archiv Bd. VII, Taf. XXV, Fig. 7, 8, 9 u. ff.

diese Zellenscheiden, wie es Schwalbe und Boll annehmen, äusserst brüchig seien, zumal da in zerzupften Präparaten zahlreiche zusammengefaltete elastische Häutchen zu Gesichte kommen. Sicher ist aber, dass nicht alle Balken von elastischen Scheiden eingehüllt sind, indem ein nicht geringer Theil derselben, wie erwähnt, mit anderen Zellenformen versehen ist.

Ausser den abgeplatteten Zellen findet man in den Interstitien zwischen den Fasern des Bindegewebes auch solche, welche sich von den kleineren Formen der in der adenoiden Arterienscheide der Milz befindlichen Rundzellen nicht unterscheiden lassen. Ihre Menge ist an verschiedenen Orten und in verschiedenen Objecten sehr verschieden. Bei alten Pferden und Ochsen ist an manchen Stellen in Schnitten der in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Objecte auf einem grösseren Raume gar nichts von denselben zu sehen; doch findet man in der Nähe der Balkenscheide in der Regel auch in diesen Fällen einzelne solcher Zellen. In der menschlichen Milz sind sie ebenfalls in wechselnder, nicht selten aber in reichlicher Menge vorhanden; bei Zuständen krankhafter Hyperplasie der adenoiden Arterienscheide vermehrt sich ihre Zahl; man sieht sie dann an verschiedenen Stellen in kleinen Nestern, die zwischen den Fibrillenbündeln gelagert sind; die letzteren werden dann auch feiner als sonst gefunden, und zwar erscheinen sie um so dünner, je mehr die Zahl der Rundzellen zunimmt; in einem Falle von hochgradiger Hyperplasie der adenoiden Arterienscheide fand ich das Bindegewebe zwischen Balkenscheide und Muscularis der centralen Gefässe geradezu in adenoides Gewebe umgewandelt. Hier handelt es sich freilich um krankhafte Zustände, aber das Vorkommen der lymphoiden Zellen kann als constant betrachtet werden.

Boll[1]) lässt in Bezug auf die Pia mater des Gehirns die früher von Iwanoff und Rollet aufgeworfene Frage, ob derartige Zellen, wenn sie im normalen Zustande im lockeren Bindegewebe vorkommen, als fixe Bindegewebszellen oder Wanderzellen zu betrachten sein, unentschieden, weil ihm das physiologische Experiment nicht gelang.

Experimentell habe ich diese Frage nicht geprüft. Es scheint mir zwar, dass sie überhaupt nicht anders sicher entschieden werden kann, als wenn für jede einzelne Zelle im speciellen Falle die

---

1) l. c. p. 318.

physiologische Beobachtung gemacht wird, obwohl auch diese nur relativen Werth hat. Wenn man aber die in Rede stehenden Zellen nach dem mikroskopischen Aussehen als lymphoide bezeichnen darf, und somit geneigt ist, auch bei ihnen die diesen Zellen überhaupt zugeschriebenen Lebenseigenschaften vorauszusetzen, so wird in unserem Falle der Schluss nahe liegen, dass sie wenigstens zum Theil von dem adenoiden Theil der Arterienscheide herrühren.

Das oben bezeichnete Präparat (Fig. 5) ist der Milz eines alten Pferdes entnommen. Die Bindegewebsbalken, welche eine beträchtliche Dicke besitzen, werden auf dem Quer- und Schrägschnitte gesehen; zwischen denselben treten, da das Object mit Rosanilin gefärbt ist, die elastischen Gebilde durch ihre tiefere Farbe stark hervor. In dem Bilde sieht man den directen Uebergang dieses Gewebes in das dichtere, sonst nicht wesentlich von demselben verschiedene Gewebe der Arterienadventitia (b). Der Zusammenhang mit der Balkenscheide ist ebenfalls ein inniger, indem ein directer Uebergang der Fasern des betrachteten Bindegewebes in die Balkenscheide wahrgenommen wird. — In der menschlichen Milz, wo die Balkenscheide grösstentheils oder mitunter ausschliesslich aus Bindegewebe besteht, ist dieser Uebergang leicht verständlich; er erfolgt zwar allmählig, aber rasch, so dass die Balkenscheide sich mehr oder weniger scharf von dem in derselben eingeschlossenen Gewebe abhebt; nur in jenen Fällen, wo durch pathologische Veränderung das lockere Bindegewebe im Inneren dichter oder die Balkenscheide lockerer wird, verliert sich die scharfe Grenze zwischen beiden. — Bei dem Pferde (ähnlich bei dem Ochsen und Schweine) besteht die Balkenscheide zum grössten Theile oder fast ausschliesslich aus in der Längsrichtung angeordneten Muskelzellen; nach innen zu enthält dieselbe jedoch immer einzelne zwischen den Muskelzellenbündeln dahinziehende Bindegewebsfasern, und diese stehen im Zusammenhange mit denen des Innenraumes. Ich habe die betreffenden Verhältnisse namentlich bei alten Pferden näher untersucht. Die Fasern des lockeren Bindegewebes fand ich in der Peripherie, d. h. in der Nähe der Balkenscheide, in der Regel durchweg feiner, als in dem centralen Theile, in der Nähe der Arterie. Jene feinen Fasern nun verweben sich mit dem dichten Bindegewebe zwischen den Muskelzellenbündeln der Balkenscheide entweder derart, dass die Grenze zwischen Balkenscheide und lockerem Bindegewebe mehr oder weniger scharf hervortritt, oder man findet an

der Grenze zwischen beiden Muskelzellenbündelchen, welche sich von der dichteren Masse der Balkenscheide eine kleine Strecke ganz oder theilweise entfernen und, ihr parallel laufend, in mehr lockerem Bindegewebe eingebettet erscheinen. Es tritt dieses besonders schön an solchen (mit Rosanilin gut gefärbten) Schnitten hervor, wo die Balkenscheide der Länge nach getroffen ist. Die äusseren Theile der Balkenscheide bestehen dagegen auch hier aus dicht gelagerten Muskelzellen. Das Verhältniss der Balkenscheide zu dem einliegenden Bindegewebe ist übrigens sehr ähnlich jenem, welches zwischen dem subserösen Bindegewebe und der Tunica propria besteht, sowie auch der Bau der Balkenscheide mit dem der Tunica propria übereinstimmt, und wir werden das soeben Berührte noch deutlicher in Fig. 10 bei A und B weiter unten sehen.

Wenden wir uns jetzt zu den grösseren in dem Bindegewebe befindlichen Räumen. Dass die in Fig. 5 bei 310facher Vergrösserung dargestellten Räume c, d, e Lymphräume sind, ist leicht zu beweisen: Einerseits gelangt die in notorische Lymphbahnen eingespritzte Injectionsmasse in dieselben hinein, wie ich das bei der Pferdemilz erreicht habe, andererseits kann man beim Einstich in das lockere Bindegewebe, welches die Arterie umgibt, notorische Lymphbahnen am Hilus füllen, wie mir das bei der Milz des Rindes gelungen ist; dazu kommt noch der Umstand, dass jenen Räumen keine andere Deutung gegeben werden kann, wenn man ihre Lage und ihren Bau berücksichtigt.

Bei d (Fig. 5) sieht man einen Raum mit verhältnissmässig sehr stark entwickelter Hülle. Die Räume c, c lassen ebenfalls eine Hülle erkennen, dieselbe ist hier aber grösstentheils viel feiner, auch nicht überall gleichmässig entwickelt, indem sich dickere und feinere Stellen vorfinden; an einzelnen Stellen wird die Haut allmählig so dünn, dass man zuletzt bei der einfachen Betrachtung bei 500facher Vergrösserung nicht mehr sagen kann, ob sie noch vorhanden ist.

Die in Rede stehende Hülle zeigt in ihrem optischen und chemischen Verhalten die nächste Verwandtschaft mit den elastischen Gewebstheilen. Sie hebt sich in frischen und ungefärbten Objecten durch stärkeren Glanz von den Bindegewebsfasern ab, nach der Anilintinction durch viel dunklere Färbung; schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man sie nach dieser Behandlung, wenn sie

stärker entwickelt ist, als saturirt gefärbte Auskleidung der Räume in der blassen Umgebung.

Betrachtet man die Haut genauer, so sieht man, dass ihre zum Lumen gekehrte Oberfläche nicht vollkommen glatt ist; man erkennt hier auf Durchschnitten entweder kleine Erhebungen, wie wenn an einzelnen Stellen ganz kleine flache Kerne eingemauert wären, oder gewahrt kleine Leisten von eben messbarer Höhe und Dicke, die sich von der Oberfläche erheben. Zur Peripherie hin sendet sie hie und da deutlich wahrnehmbare Fortsätze zwischen die Bindegewebsbalken, und zwar derart, dass man (in Schnitten) von der die Spalträume überbrückenden Haut unter einem verschiedenen Winkel diese Fortsätze, mit oder ohne deutliche Verbreiterungen an den Abgangsstellen, sich entfernen sieht, oder die Haut erscheint in der Gegend der Spalten, welche sich zwischen den anliegenden Balken vorfinden, stellenweise mit feinen Lücken versehen, und hier setzt sich dieselbe dann auf die Balken fort. Wegen der grossen Feinheit der Theile sind diese Verhältnisse keinenfalls überall deutlich zu sehen, nicht ganz selten überzeugt man sich jedoch ganz sicher davon. In der Regel ist die Hülle der Räume dort, wo sie durchbrochen erscheint, äusserst fein, so dass man ihr Durchbrochensein vielfach erst dann bemerkt, wenn man beim Zeichnen die Begrenzung der letzteren genauer durchmustert. Aber auch an den dickeren Hüllen kann man solche Lücken und Fortsetzungen auf die Bindegewebsbalken sehen (Vergl. Fig. 5 am unteren Ende bei d). Mit den Bindegewebsfasern steht die Haut in keinem directen Zusammenhange; sie liegt vielmehr den Balken nur auf, ist jedoch so fest an dieselben geheftet, dass sie sich in Schnitten der in Müller-scher Flüssigkeit gehärteten Objecte nur selten in grösserer Ausdehnung loslöst, während die Scheiden der Balken dieses, wie es scheint, sehr leicht thun.

In der Weise, wie bei d in Fig. 5, habe ich die Hülle nur bei alten Pferden gesehen. Sie erreicht hier im Maximum die Dicke von 0,003 Mm. Diese starke Entwickelung wird jedoch auch hier nur selten gefunden. In einer aus früherer Zeit aufbewahrten Milz eines Füllens, welche ich zum Vergleich durchforschte, zeigte sich die Hülle nicht stärker, als von eben messbarer Dicke. Den Verhältnissen beim Pferde am nächsten fand ich die Bildung beim Rinde, jedoch beim Ochsen feiner, als bei alten Pferden. Beim Menschen ist die Begrenzung der Lymphräume nur von äusserster

Feinheit, so dass man in der Regel bei einfacher Betrachtung kaum eine Andeutung einer Hülle findet.

Ueber die Bedeutung derselben bin ich nicht ganz in's Reine gekommen. Es scheint mir jedoch, dass sie in nahe Verwandtschaft mit jener Haut zu stellen ist, welche Schwalbe[1]) als eine dem Schlemm'schen Canal zukommende „endotheliale Auskleidung von eigenthümlicher Beschaffenheit" beschrieben hat, und mit den Membranae propriae der Drüsen, welche nach Boll[2]) als aus verschmolzenen platten Bindegewebszellen entstandene Gebilde aufzufassen sind. Ich bin leider nicht in der Lage, eine Entstehung der uns interessirenden Haut aus solchen Zellen sicher nachzuweisen. Was mir die eben erwähnte Annahme zu gestatten scheint, ist Folgendes: 1. Dass man neben den Räumen mit einer stärker ausgebildeten Haut und zwar bedeutend häufiger (oder selbst ausschliesslich) solche findet, welche nur durch Auseinanderdrängen der Bindegewebsbalken entstandene Höhlen zu sein scheinen (Fig. 5, e), 2. dass man aber ebenfalls an diesen Höhlen eine äusserst feine, den Bindegewebsbalken anliegende, die Spalten in der Peripherie überbrückende oder Fortsätze in dieselben einsendende Linie als optischen Ausdruck einer Haut finden kann, in welcher auch kleine elliptische Kerne zu erkennen sind, 3. dass man ferner auch dort, wo die Haut stärker entwickelt ist, Uebergänge in die äusserst feine, zum Theil der Wahrnehmung sich entziehende Hülle sehen kann, 4. dass an gewissen Räumen eine Deckzellenlage (sogen. Endothel) sicher nachzuweisen ist, 5. dass endlich eine stärkere Entwickelung der Hülle wahrscheinlich erst bei älteren Thieren eintritt.

Ueber die elastischen Deckzellen, die sogen. Endothelien[3]), sind

---

1) Dieses Archiv Bd. VI, p. 305.

2) L. c. p. 320, 323.

3) Indem Virchow (dessen Archiv Bd. XI, p. 465) historisch nachgewiesen hat, dass das Wort »Epithel« weder von tela (Gewebe), noch von τέλος (Ende, Oberfläche), sondern ϑηλή (Brustwarze, im weiteren Sinne Papille) herstammt, erscheint mir der Ausdruck »Endothel« durchaus unpassend. Noch unthunlicher erscheint es mir, gewisse Zellen des Bindegewebes als »endothelartig« oder »endothelioid« (Boll, in diesem Archiv Bd. VII, p. 326) zu bezeichnen. Es ist nicht einzusehen, weshalb die Bindegewebszellen jetzt, nachdem ihre Natur besser erkannt ist, mit neuen Namen belegt werden müssen. Auch die die Oberfläche der grösseren Binnenräume des Körpers bekleidenden Zellen können zur Unterscheidung von den genetisch

nun noch einige Angaben zu machen. Wenn man bei einer Kalbsmilz die Arterie sammt Balkenscheide herauspräparirt, das Bindegewebe, welches sich zwischen dieser und der Arterie befindet, loslöst und in bekannter Weise mit Argentum nitricum behandelt, so kann man an einzelnen Stellen das schwarze Netz der bekannten Silberlinien erhalten. Noch besser gelang mir dieses, wenn ich nach Einstich in die Balkenscheide eine c. 0,2 % Lösung des Silbersalzes in das perivasculäre Bindegewebe injicirte. Ist der Einstich gelungen, so kommt die Flüssigkeit nicht aus dem Arterienstamme hervor, sondern die Scheide wird aufgebläht, oder die Masse quillt am Hilus ausserhalb der Arterie hervor. Wenn ich nach einer solchen Injection das perivasculäre Bindegewebe in einer kleinen Strecke sorgfältig lospräparirte und auf dem Objectträger ausbreitete, erhielt ich nach Einwirkung des Lichtes Bilder, wie man eines in Fig. 6 bei A (80fache Vergrösserung) sieht. Wegen der erwähnten Präparation gibt die Anordnung des Silbernetzes im Bilde die natürliche Verbreitung zwar nicht wieder, aber man überzeugt sich hier von der Anwesenheit einer Deckzellenhaut.

Ob eine solche Zellenlage auch auf der Oberfläche der relativ starken elastischen Hülle der Lymphräume vorhanden ist, oder ob diese, ein Aequivalent für jene, aus ihr entstanden ist, wie wir das als wahrscheinlich hinstellten, kann ich deshalb nicht sicher entscheiden, weil jene stärkeren Hüllen nur bei alten Pferden von mir gesehen wurden. Die Behandlung mit Argent. nitr. habe ich aber bei der Milz dieser Thiere nicht vorgenommen.

Ueber die bezeichneten Deckzellen habe ich nur noch wenig zu sagen. Bei B und C (Fig. 6) sieht man dieselben bei 310facher Vergrösserung in situ; es sind hier kleine Partien von grösseren mit Silbernitrat behandelten Präparaten dargestellt; eine weitere Beschreibung dürfte überflüssig sein. Bei D (Fig. 6) findet man abgelöste Fetzen der Zellenhaut, welche theils (a und b) nach der Silbereinwirkung und Maceration in verdünntem Glycerin dargestellt, theils (c) von dem nicht mit Silber behandelten Präparate nach einigem Liegen in Glycerin durch Schaben entfernt worden sind. Ein Vergleich mit den Fig. 7 dargestellten Zellenhäuten, welche aus den Lymphgefässen der Kapsel herrühren und die gewöhnlichere

---

verschiedenen Epithelien einfach »Bindegewebs-Deckzellen« oder »elastische Deckzellen« genannt werden.

Form der diese Gefässe auskleidenden Zellen darbieten, zeigt, dass die Zellen in den perivasculären Bahnen etwas verschieden davon sind, indem sie kleiner erscheinen und ihre Conturen nicht so weitschweifende Schlangenlinien darbieten, doch findet man auch hier verschiedene Formen, darunter auch solche, welche jenen Zellen sehr ähnlich sind.

An den Balken habe ich, wie auch Schwalbe[1]) an einem anderen Orte, keine Silberlinien mit Sicherheit gesehen. Ich konnte zwar nach Injection der bezeichneten Lösung des Silbersalzes in das perivasculäre Bindegewebe in den zerzupften Präparaten Balken finden, welche fast vollständig von den schwarzen Linien umsponnen erschienen, aber es ist am wahrscheinlichsten, dass dieselben solche waren, welche die grösseren Lymphräume begrenzten, denn der grösste Theil der Balken färbt sich durch das Silbersalz nur braun, und an manchen Stellen erhielt ich nach der Injection des Silbersalzes in das perivasculäre gar keine schwarzen Linien, obwohl das Object vollkommen frisch bearbeitet wurde[2]).

---

1) Dieses Archiv Bd. VI, p. 55.

2) Da ich mich oben bei der Betrachtung der Silberbilder nur kurz gefasst habe, sei es mir gestattet, an dieser Stelle noch einige Bemerkungen über denselben Gegenstand zu machen.

Ich schliesse mich in Bezug auf die Bedeutung der v. Recklinghausenschen Silbermethode an Schweigger-Seidel (Berichte der königl. sächsischen Gesellschaft d. Wissensch. Mathem.-phys. Cl. 1866, p. 330) darin an, dass die »Saftkanalbilder« keine »Saftkanäle« darthun, dass aber die bekannten scharfen schwarzen Linien »bedingungslos als die Grenzen« von Zellen oder, wie ich hinzufüge, deren Derivaten anzusehen sind, und dass man weiterhin zu der Annahme berechtigt ist, »dass da, wo bei der Silberbehandlung ähnliche Liniennetze zum Vorschein kommen, überall besondere Zellenlager vorhanden seien.«

Mein Vertrauen in die Silbermethode ist in dieser Beziehung bedingungslos, jedoch nicht blind. Ihre Bedeutung erschien mir anfangs zweifelhaft, und zwar hauptsächlich deshalb, weil ich an demselben Froschmesenterium mitunter auf der einen Seite die von Schlangenlinien begrenzten grossen Felder, auf der anderen ein regelmässiges Mosaik von bedeutend kleineren Zellen erhielt, ja zuweilen auf derselben Seite diese so verschiedenen Zeichnungen fand, also an einem und demselben Orte zwei Bilder, welche sich von einander ebenso unterscheiden, wie z. B. Fig. 7 A von Fig. 8. Nachdem ich aber weiterhin, im Anschlusse an Schweigger-Seidel, weder auf Papier noch getrocknetem Bindegewebe, frischem oder getrocknetem elasti-

Nachdem nun die Verhältnisse im Einzelnen betrachtet worden sind, ist es erforderlich, das perivasculäre Stromgebiet vom Anfange bis zum Ende zu durchgehen. Ich werde dasselbe jedoch in dem

---

schen Gewebe, welche mit Hühnereiweiss behandelt worden waren, ähnliche Silberbilder erhalten konnte, eben so wenig dieses erzielte, wenn jene Objecte im lebenden Körper des Frosches oder ausserhalb des Thieres mit Flüssigkeit aus der Bauchhöhle oder den subcutanen Lymphräumen imprägnirt worden waren, wandte ich meine Aufmerksamkeit wieder jenen Objecten zu, wo die Silberliniennetze zu sehen waren, und ich fand in der That, dass sich überall, wo diese Netze erhalten werden, bei einiger Uebung mit Leichtigkeit Häutchen mit der schwarzen Zeichnung isoliren lassen; allerdings gelingt es nicht immer, Kerne in den durch die schwarzen Fäden begrenzten Feldern zur Wahrnehmung zu bringen, aber die Existenz feiner Häute (mit der elastischen Substanz nahe kommenden Eigenschaften), die aus gesonderten, fest mit einander verbundenen Feldern bestehen, tritt klar zu Tage.

Ob man nun der Ansicht huldigen will, dass die Kittsubstanz sich durch das Silber färbe, oder jener, dass eine in den Furchen zwischen den Zellen auf deren Oberfläche befindliche Substanz dieses thue, das bleibt sich in Bezug auf die Hauptfrage gleich. Jedenfalls handelt es sich aber, wie ich annehmen zu müssen glaube, nicht um eine die Fläche bespülende albuminhaltige (im speciellen Falle Lymph-) Flüssigkeit, welche sich in Furchen angehäuft hätte, sondern um eine Substanz, die zu der Kittsubstanz in naher Beziehung steht. Ich schliesse das einerseits daraus, dass die schwarzen Zellengrenzen z. B. an dem Epithel der von Urin bespülten Harnblasenschleimhaut des Hundes auf das Vorzüglichste dargestellt werden können, andererseits daraus, dass solche schwarze Linien an einem reichlich mit Flüssigkeit der Lymphsäcke des Frosches imbibirten fremden Gewebe, welches ebenfalls feine Furchen auf der Oberfläche besitzt, nicht entstehen. — Es erscheint mir nicht nothwendig, die »Schaltplättchen« in der Weise zu erklären, dass dieselben ihre Entstehung einem in Furchen des Zellenkörpers selbst sich bildenden Niederschlage verdanken. Es werden auch mit Kernen versehene kleine Platten zwischen 4—8 Mal grösseren Platten, die alle Kerne haben, gesehen. Gerade die verschiedene Grösse der Platten ist charakteristisch für die betreffenden Häute. Wo Linien gesehen werden, welche scheinbar im Innern einer Platte abgebrochen endigen, kann mit demselben Rechte eine theilweise Verschmelzung der Zellen angenommen werden, mit welchem man Furchen im Zellenkörper annimmt; auch kommt es vor, dass zuweilen nur ein Theil der Zellengrenzen sich färbt, die Fortsetzung der abgebrochenen Linie dagegen deutlich im ungefärbten Zustande bis zu einer anderen Silberlinie verfolgt werden kann.

In Bezug auf die eigenthümliche Begrenzung der die elastischen Zellendecken bildenden Platten möchte ich mir noch folgende Bemerkung erlauben.

der Stromrichtung der Lymphflüssigkeit entgegengesetzten Verlaufe verfolgen, weil ich mich auf diese Weise am besten an den Gang meiner Untersuchungen halten kann.

Man könnte hier zwar, um die Formen zu erklären, besondere Wachsthumsgesetze annehmen. Meiner Ansicht nach sind die Schlangenlinien und zackigen Netze jedoch nur temporäre Begrenzungen der Zellen, dadurch bedingt, dass die elastische Substanz der Zellenkörper sich ungleichmässig contrahirt und die dünnen Züge der die Platten fest aneinanderhaltenden Kittsubstanz in verschiedener Richtung verzerrt werden. Es lässt sich nämlich (besonders schön am Froschmesenterium) das von Schlangenlinien gebildete Silbernetz durch Zerrung des Objectes in die verschiedensten Formen bringen; durch Dehnung kann man aus den bekannten Figuren langgestreckte, ganz schmale Felder bilden, wo die grösseren Biegungen der Silberlinien mehr oder weniger ausgeglichen, nur die kleineren Zacken noch geblieben sind; die Länge der Felder erscheint hier bedeutend grösser, als früher, ist also auf Kosten der Breite entstanden, und man kann die Dehnung der Platten mit jener eines Gummistückchens vergleichen. — Dass die betreffenden Zellenplatten der elastischen Substanz nahe stehen, ist bekannt; die Resistenz gegen chemische Agentien und das optische Verhalten beweisen dieses. Boll hat neuerdings dargethan, dass man in diesen Zellenkörpern stärkere Leistchen in dünneren Partien zu unterscheiden habe. Eine verschiedene Contractionsfähigkeit der einzelnen Theile einer Zellenplatte lässt sich hiernach ohne Bedenken annehmen. Andeutungen von Falten sieht man trotz der Feinheit der Verhältnisse ganz constant. — Bei starker Anfüllung der Lymph- (und Blut-) Bahnen, wenn die Wandungen sich ausdehnen, werden die einzelnen Theile einer Zellenplatte wahrscheinlich auch in verschiedener Weise gedehnt, und dann dürften ihre Conturen die Schlängelungen verlieren. Jedenfalls ist eine beträchtliche Dilatation der in Rede stehenden Zellendecke möglich, ohne dass Zerreissungen erfolgen. Während der Injection (Lösung von Arg. nitr.) kann man die Lymphbahnen der Milzhülle z. B. um das 10fache ihres im collabirten Zustande wahrnehmbaren Durchmessers oder darüber ausdehnen; präparirt man sich hiernach ein Object, um die Deckzellen dieser Bahnen von der Fläche mikroskopisch zu betrachten, so vermindert sich der Umfang der Wand wieder beträchtlich, stärkere Faltungen sieht man in der Zellenhaut aber nur in verhältnissmässig geringer Menge; die Zellenhaut bildet trotz der vorangegangenen Dilatation eine ununterbrochene Decke.

Die mannigfachen Formen, in welchen der braune Niederschlag auf der Oberfläche der Zellenkörper sich zeigt, sind allgemein bekannt. Zu bemerken habe ich aber noch, dass ich nicht ganz selten von verschiedenen Localitäten Bilder erhalten habe, wo neben den schwarzen Linien eine schöne braune Färbung der Kerne der Zellen zu sehen war, während die Oberfläche des Zellenkörpers sonst vollkommen frei von dem Niederschlage war (Fig. 7 B) oder nur spärliche braune Körnchen zeigte (Fig. 8).

Die Arteria lienalis verläuft beim Pferde, nachdem sie zu der Milz gelangt ist, längs dem Hilus in der Richtung vom breiten zum schmalen Ende des Organes, und löst sich während dieses Verlaufes in zahlreiche Zweige auf, welche gleich nach dem Abgange von dem Hauptgefässe in das Organ eintreten. Sie liegt sammt der Vene, den Nerven und den Lymphgefässstämmen zwischen den von der Tunica propria als Ligamentum gastro-lienale sich fortsetzenden Peritonäalblättern in einem lockeren Bindegewebe eingehüllt. Dieses letztere steht nun in Zusammenhang mit jenem Bindegewebe, welches die Arterien im Inneren des Organes umgibt und das Bett der perivasculären Bahnen darstellt. Die Venenstämme kommen hier nicht in Betracht, da sie ausserhalb der Balkenscheide liegen.

Dort, wo die Arterienzweige in das Organ eintreten, sieht man feine Lymphgefässe aus dem lockeren Gewebe hervorkommen. Es gelingt nicht bei jeder Arterie, dieselben sicher nachzuweisen, aber dieses beweist doch nicht ihr Fehlen, da die Gefässe im uninjicirten Zustande äusserst fein sind. Durch die Präparation kann man sie kaum weiter in die Tiefe verfolgen. In einer Entfernung von ca. $1^1/_2$ Cm. vom Hilus fand ich jedoch noch solche Gefässe, wie eines in Fig. 3 gesehen wurde.

Weiterhin findet man, dass die ganze Strecke von der adenoiden Arterienscheide bis zum Hilus von den geschilderten Lymphräumen durchsetzt ist. Zum Theil handelt es sich hier nur um Höhlen, welche auf Längs- und Querschnitten eine annähernd gleiche Ausdehnung zeigen und durch engere Gänge mit einander communiciren. In manchen Fällen habe ich mich jedoch überzeugt, dass ein Theil der Räume nicht derartige Höhlen, sondern Canäle dar-

---

Die Lösung des Arg. nitr., welche ich benutzte, war 0,2 bis 0,5 %.

Die successive Behandlung der Objecte mit schwefels. Eisenoxydul und Ferridcyankalium oder Eisenchlorid und Ferrocyankalium (Vergl. Leber, Arch. f. Ophthalmol. Bd. XIV, p. 300, und Severin, Beiträge zur Lehre von der Entzündung. Inaug.-Dissert. Dorpat 1871. p. 44) habe ich ebenfalls in Betracht gezogen. An manchen Orten erhielt ich durch diese Methode sehr schöne Bilder, aber dieselbe ist keinenfalls so sicher, wie die Silbermethode, und gerade bei den Versuchen in Bezug auf ihre Brauchbarkeit zur Darstellung der Deckzellen in den Blut- und Lymphgefässen gab sie mir die schlechtesten Resultate. Schon v. Recklinghausen (Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, p. 14) scheint diese Eisenmethode gekannt zu haben.

stellt, die in der Längsrichtung der Arterie verlaufen. Am leichtesten ist es, dieses auf successiven Querschnitten zu erkennen; es erscheinen hier in grosser Ausdehnung immer wieder solche Räume, welche als Fortsetzungen der im vorhergehenden Schnitte gesehenen anerkannt werden müssen, obwohl ihre relative Lage zu der betreffenden Arterie nicht selten allmählig eine andere wird. Auch die auf dem Durchschnitte sichtbare Form des Lumens ändert sich mehrfach. Neue Räume treten in den Schnitten auf und früher dagewesene schwinden. Einzelne Bahnen lassen sich aber vom Anfange der Arterie am Hilus, wo sie augenscheinlich in ausgebildete Lymphgefässe übergehen, bis unweit der adenoiden Arterienscheide, wo sie als feine Spalten beginnen, wiedererkennen. Es sind nicht überall ganz gleiche Verhältnisse vorhanden. Gewisse Arterien werden von einer grossen Anzahl Canäle und Räume umgeben, andere haben nur zwei oder einen deutlich wahrnehmbaren Lymphkanal. Diese letzteren sind besonders geeignet, die eben gemachte Angabe zu bestätigen. Injectionen sind hierzu nicht gerade nothwendig; man erkennt die grösseren Räume auch im uninjicirten Zustande, theils mit spaltförmiger Lichtung, theils in der Fig. 5 abgebildeten Form. — Auf Längsschnitten gelangt man an uninjicirten Präparaten nicht so leicht zu einem bestimmten Resultate, weil die Bahnen hier nur selten in grösserer Ausdehnung übersehen werden können, doch kann man auch hier Räume wahrnehmen, deren Durchmesser in der Längsrichtung der Arterie den Querdurchmesser bedeutend überwiegt. An geeigneten Schnitten überzeugt man sich ferner, dass die Bahnen, wo deren viele sind, in mehrfacher seitlicher Communication mit einander stehen, wie wir denn auch ihren Zusammenhang mit dem feinen Spaltensystem im Bindegewebe schon kennen gelernt haben. Interessant ist es, dass die grösseren Lymphräume nicht nur nicht eine relativ vollständigere Begrenzung haben, als die kleineren, sondern dass gerade an einzelnen kleineren Canälen die Wand am vollständigsten ausgebildet sich zeigt. So finde ich z. B. an Canälen mit einem Durchmesser von 0,1—0,2 Mm. eine bis 0,003 Mm. dicke Hülle, während an Räume von 0,4—0,5 Mm. Weite nur eine etwa 0,001 Mm. dicke, vielfach durchbrochene Wand oder (ohne Silberbehandlung) wohl auch gar nichts von einer solchen gesehen wird.

Dass es nicht die Tunica adventitia der Arterie ist, in welcher die Lymphbahnen geborgen sind, sondern vielmehr das, wenn man

so sagen darf, in die Tiefe sich einsenkende subperitoneale Bindegewebe, das wurde schon berührt, sowie auch das Verhältniss der Bahnen zu der äusseren Arterienhaut. Die Tunica adventitia ist in manchen Fällen (Fig. 1, 2) recht stark entwickelt, in anderen nur dünn, aber auch dann als eine Zone dichteren Gewebes von der mehr lockeren Umgebung zu unterscheiden. Die Grenze zwischen beiden lässt sich nicht scharf ziehen. Im Allgemeinen kann aber angegeben werden, dass der die Bahnen (uninjicirt) enthaltende Bindegewebsmantel in seiner Wand selten dünner als die Muscularis der eingehüllten Arterie an der betreffenden Stelle ist; vielfach ist die Dicke dieses Bindegewebsmantels (abgesehen von der Adventitia) jedoch annähernd eben so stark oder stärker als der Durchmesser der uninjicirten Arterie, wenn man bei der Bestimmung des letzteren nur die Peripherie der Muscularis berücksichtigt, die nicht genau begrenzte Adventitia also wegfallen lässt (Vergl. Fig. 1 u. 2). Dieses relative Verhältniss gilt sowohl für die grösseren, als auch für die kleineren Arterienstämme und deren Umhüllung.

Beiläufig sind noch die Nervenstämme zu berücksichtigen. Diese sind gewöhnlich durch ihre Scheide und etwas lockeres Bindegewebe von den Lymphbahnen abgegrenzt. Die letzteren berühren jedoch zuweilen die Scheide der Nerven, und in Injectionspräparaten sieht man mitunter kleine Ausläufer der Masse zwischen die gröberen Bündel eines Nervenstammes eindringen.

Je weiter sich die Arterie in kleinere Aeste auflöst, desto feiner werden auch die sie umhüllenden Lymphbahnen, indem es sich hier mehr und mehr nur um feine Spalten in dem lockeren Gewebe handelt, welches regellos durchwühlt erscheint, wenn die körnige Injectionsmasse bis in den adenoiden Theil der Arterienscheide gelangt ist. Desgleichen werden die Fasern des Bindegewebes gegen das Ende der bezeichneten Arterien feiner, die Menge der kleinen protoplasmatischen Zellen in den Spalten zwischen den Fasern reichlicher. Man findet neben den reihenförmig angeordneten Zügen dieser Rundzellen nicht selten kleine Nester derselben. Sie liegen bald vorwiegend in der Nähe der Balkenscheide, bald reichlicher in der Umgebung der Adventitia der Arterie angehäuft. Die Balkenscheide wird immer dünner und dabei allmählig ärmer an Muskelzellen; endlich verliert sie sich als dünner Bindegewebsstreifen. Die adenoide Umwandlung des perivasculären Bindegewebes erfolgt hier zwar rasch, aber doch allmählig, indem die vorhin noch geringe

Menge der Rundzellen eine kurze Strecke weiter beträchtlich vermehrt erscheint. Ausserdem findet auch, wie ich das beim Pferde und Schweine gesehen habe, ein plötzlicher Uebergang des die grösseren Lymphbahnen führenden Bindegewebes in die adenoide Scheide statt, und zwar geschieht solches dort, wo von den relativ starken Arterien parietal kleine Aeste abgehen. Hier sieht man dann in der je nach dem Orte verschieden dicken Balkenscheide einen Ausschnitt (in mikroskopischen Objecten), welcher der Ausdruck einer rundlichen Lücke für die durchtretende Arterie ist. Diese Lücke ist weiter als der Umfang der durchtretenden kleinen Arterie (sammt Adventitia), indem auch für die umhüllende Scheide Raum sich darbietet. Die starke Arterie, welche die bedeutend kleineren Aeste absendet, liegt mehr oder weniger central in ihrer Umhüllung, so dass der kleine Ast eine Strecke weit innerhalb der jener Arterie angehörigen lockeren Hülle verlaufen muss. Der innerhalb des Muskelrohres sich befindende Theil des abgehenden Astes hat nun in diesen Fällen eine zwar nicht unbedeutende, aber doch relativ geringe Zahl von lymphoiden Zellen in seiner Umgebung, während der aus der Balkenscheide ausgetretene Theil desselben mit einer vollkommen ausgebildeten adenoiden Scheide versehen erscheint. Mitunter geht die betreffende kleine Arterie sofort nach dem Durchtritte durch die Balkenscheide in ein Malpighi'sches Körperchen hinein. Hier tritt dann besonders klar die Verschiedenheit zwischen der adenoiden W u r z e l und den a b f ü h r e n d e n W e g e n dieses Stromgebietes hervor.

Das netzförmige Faserwerk der adenoiden Arterienscheide drängt sich bekanntlich in der Peripherie derselben dichter zusammen. Dieser peripherische Theil kann als Analogon der Balkenscheide betrachtet werden, obwohl wir es bei jenem nur mit einem von Rundzellen angefüllten Netze, welches in einzelnen Knotenpunkten sicher Kerne erkennen lässt, zu thun haben. Beider Art „Hüllen“ (ich gebrauche hier diesen Ausdruck nur der Kürze halber für die Begrenzung der adenoiden Arterienscheide, sonst ist derselbe zweideutig) stehen in directem Zusammenhange. Besonders schön sieht man dieses an jenen Stellen, wo der Uebergang der einen in die andere terminal erfolgt. An der adenoiden Arterienscheide ist die dichtere „Hülle“ jedoch nicht immer scharf ausgeprägt.

In der a d e n o i d e n A r t e r i e n s c h e i d e, bei welcher wir nun schon angelangt sind, sind k e i n e p r ä f o r m i r t e n W e g e mehr

vorhanden. Wir dürfen das, gestützt auf den histologischen Bau der betreffenden Theile, annehmen. Ich habe meinen früher darüber gemachten Angaben nichts Wesentliches hinzuzufügen[1]). Fig. 4 zeigt das Verhalten der bis hierher gelangten körnigen Injectionsmasse. Dieselbe hat sich „formlos" in dem Gewebe angehäuft. Die Arterie (b), auf dem Längsschnitte theilweise sichtbar, ist eingescheidet von dem Berlinerblau; das adenoide Gewebe — theils abgedrängt von derselben, theils, wie auch die Malpighi'schen Körperchen (Follikel bei a), von der Masse durchwühlt und zerstört. Es ist das dargestellte das einzige (meiner Ansicht nach) gelungene Präparat, welches ich erhalten habe. Sonst war die Zerstörung durch die augenscheinlich gewaltsam in das zusammenhängende Gewebe eingedrungene Masse so gross, dass namentlich nach der Färbung und weiteren Behandlung der Schnitte eine vollständige Zerbröckelung erfolgte. Interessant ist, dass, wie auch auf dem Bilde zu sehen, der centrale Theil der Follikel, welcher auch sonst beim Auspinseln der Präparate am zartesten erscheint, am meisten von der Injectionsmasse heimgesucht wird. Bei zwei Follikeln sind in Fig. 4 Lücken im Centrum zu sehen, — hier sind die injicirte Masse und das zerstörte Gewebe bei der Präparation herausgefallen; bei dem dritten ist nur verhältnissmässig wenig Injectionsmasse in das Innere hineingedrungen; es zeigt sich hier jedoch schon dieselbe Erscheinung. Die blaue Masse in dem umgebenden Milzgewebe zeigt eine Verbreitung, wie sie auch bei Extravasaten von den Blutgefässen aus erfolgt; sie ist nur spärlich in die Venenanfänge übergegangen (im Bilde nicht zu sehen). Auch beim Einstich in das Milzgewebe erhält man eine gute Füllung der letzteren in der Regel nur dann, wenn man die Canüle nach dem Einstich etwas zurückzieht und dann injicirt; sonst werden die Venenanfänge zusammengedrückt und die Masse durchwühlt das Parenchym. Eine

1) In Bezug auf die Gefässverbreitung in den Follikeln kann ich hier jedoch noch bemerken, dass ausser den früher (dieses Archiv Bd. VI, Taf. XXIX, Fig. 1) von mir abgebildeten Formen beim Pferde nicht selten noch solche vorkommen, wo die Capillaren, ehe sie die Mitte erreicht haben, schlingenförmig umbiegen, so dass mitunter ein scheinbar ganz gefässfreier Raum im Centrum gesehen wird; in solchen Fällen tritt die Arterie natürlich nicht central in den Follikel, sondern speist denselben von einer oder mehreren Seiten, wie das auch sonst vorkommt (Vergl. l. c. Taf. XXIX, Fig. 1 A, B).

ähnliche Erscheinung zeigt sich also beim Eindringen der Masse von den perivasculären Bahnen her.

Ueber die in Rede stehenden Verhältnisse macht auch Tomsa nähere Angaben. Derselbe hat ein mit dem unseren gleiches Resultat erhalten. Indem er Milzgewebe und adenoide Arterienscheide gemeinsam auffasst, sagt er: „Betrachtet man feine, in ihren Lymphwegen künstlich injicirte Milzabschnitte, so gewahrt man ein Netzwerk, welches auf unregelmässige Weise Häufchen von Lymphkörpern und Blutkörperconglomerate umspinnt. Es ist äusserst zart und windet sich augenscheinlich zwischen den Elementarorganismen der Milz auf eine ähnliche Art hindurch, wie wir es etwa gewahren können, wenn kleine Wasserströmchen ein lockeres Gerölle von rundlichem Flusskiesel durchrieseln.“

Thatsächlich hat Tomsa, wie diese schöne Schilderung eines blass gefärbten Leimnetzes zeigt, ebenfalls eine regellose Verbreitung der Injectionsmasse im Gewebe erhalten. Schon vor langer Zeit ist ja von Schweigger-Seidel gezeigt worden, dass auch in defibrinirtem Blute ein ähnliches Netz entsteht, wenn jenes mit flüssigem Leim imbibirt und in Alkohol erhärtet wird. Je geringer die Leimmenge und je stärker der Alkohol, desto weitmaschiger und feiner erscheinen solche Netze. In unserem Falle hätte sich, wenn statt der körnigen kaltflüssigen Masse Leim injicirt worden wäre, ein recht dichtes, breitfädiges Netzwerk gebildet; ein so reichlicher Uebertritt der Injectionsmasse aus den perivasculären Bahnen in die Wurzeln ist jedoch eine sehr seltene Erscheinung.

Was die Deutung Tomsa's anlangt, so meint derselbe zwar: die „Injectionsfiguren repräsentiren hohle Räume und Gänge“, doch folgt gleich darauf die Definition, dass es solche „Räume und Gänge“ seien, „welche sich in dem intervasculären Netzwerke durch lose gewordene und ausgeführte Lymphkörper gebildet haben und noch ununterbrochen bilden, und welche aus diesem Grunde auch keine selbstständigen Wandungen und räumliche Persistenz besitzen können.“ Tomsa denkt sich also nur die etwaigen Wanderungen der Rundzellen des adenoiden Gewebes in jener Weise, wie die Leimfäden sich schlängeln. Hiergegen will ich nichts einwenden. Wie man aber das Milzgewebe und die adenoide Arterienscheide auseinander zu halten habe, darauf werde ich am Schlusse dieses Artikels hindeuten.

Wenden wir uns jetzt zu dem zweiten dem Lymphgefässsystem angehörigen Stromgebiete in der Milz, so handelt es sich hier um ein die Trabekel durchziehendes, hauptsächlich in den Spalten zwischen den Muskelzellenbündeln derselben seinen Ursprung nehmendes, aber auch die Abfallsproducte des Stoffwechsels aus dem Milzgewebe aufsaugendes Bahnennetz, welches theils in die perivasculären Räume, grösstentheils in die Kapsellymphgefässe einmündet.

Diese Bahnen lassen sich leichter injiciren, als die vorhin beschriebenen. Die oberflächlichen Lymphgefässe der Milz des Pferdes bilden bekanntlich ein dichtes Netz, dessen zum Hilus strebenden und in dieser Richtung immer stärker werdenden Canäle mit zahlreichen Klappen versehen sind. Wenn man nun die Canüle in einen kleinen Ast dieser Gefässe einführt und dann in der Stromrichtung derselben injicirt, so gelingt es fast regelmässig, einzelne Zweige in den Trabekeln gefüllt zu erhalten, sobald man nur das erreicht, dass von jenem Gefäss aus in einer etwa zwei Quadratzoll grossen Partie die seitlich gelegenen, mit ihm anastomosirenden Bahnen, und namentlich die rückwärts von diesen sich befindenden Bahntheile vollständig gefüllt werden. Diese Arbeit scheitert nicht selten dadurch, dass sich die beiden locker zusammengehaltenen Blätter (Tunica serosa und Tunica propria) der Hülle, zwischen denen die Canäle verlaufen, während der Injection von einander trennen, indem derselbe Druck, welcher die zahlreichen Klappen beim Füllen der rückwärts gelegenen Canaltheile sprengt, auch jene Ablösung bedingen kann. Doch kann der Versuch weiterhin an demselben Organe an zehn oder mehr Stellen wiederholt werden, während Berstungen der Gefässe am Hilus, die auch vorkommen, einen schwereren Verlust bedingen. In der Regel habe ich mehrfache Unterbindungen oder anderweitige Hemmnisse anbringen müssen, um den Abfluss der Injectionsmasse zu verhindern; denn wenn auch die meisten der oberflächlichen Canäle am Hilus mehr und mehr zu gemeinsamen Stämmen sich vereinigen, so ziehen doch auch einzelne aus den Kapselbahnen entspringende Gefässe isolirt im Ligamentum gastro-lienale dahin; mitunter entfernen sich dieselben recht weit vom Hilus, um dann wahrscheinlich gesondert in die übrige Körperlymphbahn überzugehen, oder endlich doch nach bogenförmigem Verlaufe durch eine Lymphdrüse am Hilus der Milz zu treten und mit den anderen aus diesem Organe kommenden Gefässen sich zu

verbinden. In derartige Gefässe münden auch kleine Zweige ein, welche ihren Ursprung im Ligamentum gastro-lienale nehmen.

Während ich auf die bezeichnete Weise injicirte und allmählig die in reichlicher Menge am Hilus befindlichen Lymphdrüsen füllte, füllten sich in einem Falle reichlich, in einem anderen spärlich die perivasculären Bahnen, es füllten sich aber zugleich auch die Bahnen in den Trabekeln.

In Figur 9 sieht man nun die injicirten Trabecularbahnen in einem Uebersichtspräparate. Der starke Balken links ist aus seiner natürlichen Lage um ein Geringes zu nahe an den mittleren gerückt, im Uebrigen ist das Bild eine Copie, nicht eine Combination. Solche Objecte gewinnt man mehr durch Glück, als durch Geschick, und Ausdauer scheint mir ein Haupterforderniss dabei zu sein. Man erhält an denselben den Eindruck, dass ein recht üppiger Strom die Trabekel durchzieht. Die Hauptbahnen laufen in den mittleren Theilen derselben, und zwar handelt es sich entweder um e i n e solche Bahn, oder in mächtigen Balken um zwei oder drei; in diese münden an zahlreichen Stellen kleinere Ströme von der Peripherie ein. Die letzteren werden in dem dargestellten Bilde spärlicher gesehen, als sie in Wirklichkeit vorhanden sind, weil bei der Injection und dadurch bedingten Compression der Hauptbahnen eine Compression der seitlichen erfolgt ist, welche ihre Füllung verhindert hat.

Ein ähnliches Bild habe ich schon früher [1]) dargestellt. Was an dem jetzt gegebenen besonders beachtenswerth ist, ist der bei e wahrnehmbare Uebertritt der Injectionsmasse in das Milzgewebe. Ich habe jedoch eine grössere Partie ausgezeichnet, um zu zeigen, dass trotz der reichlichen Füllung, welche in den Trabekeln erhalten ist, nur an einer Stelle ein spärlicher Austritt der blauen Körnchen in das Milzgewebe wahrgenommen werden kann. Zwar habe ich auch solche Präparate (von anderen Milzexemplaren) gewonnen, wo eine dichte Anfüllung des Gewebes mit Injectionsmasse sich vorfand; die Trabekel waren aber in diesen Fällen nur spärlich gefüllt, das injicirte Milzgewebe zerbröckelte bei der Anfertigung von Schnitten, als Ursache der reichlichen Füllung desselben könnten in der Regel deutlich Zerreissungen der Trabekel oder gar der Tunica propria aufgefunden werden; schon während der Injection gab sich

---

1) L. c. Taf. XXX, Fig. 7.

das Ereigniss dadurch zu erkennen, dass eine plötzliche circumscripte Aufblähung entstand, — es handelte sich um misslungene Injectionen. Bei gelungener Füllung der Trabecularbahnen habe ich als Communicationswege zwischen diesen und dem Milzgewebe nicht mehr als ganz feine Gänge gesehen. Andererseits sind solche aber sicher vorhanden, wie das auch aus der jetzt zu gebenden Beschreibung des feineren Baues der Trabekel hervorgehen wird.

Nähere Angaben über die hier vorhandenen Verhältnisse findet man schon bei Tomsa. Seine klassische Schilderung lautet: „Die Milztrabekel des Pferdes sind dergestalt geformt, dass sie tutenförmige Fortsetzungen der peripherischen Muskelhaut darstellen, in welche Bindegewebsbündel und elastisches Netzwerk eingepackt sind, die wieder ihrerseits als Fortsätze jenes Bindegewebsantheiles der Milzhülle anzusprechen sind, welcher als der Träger des äusserst entwickelten peripheren Lymphgefässnetzes angesehen werden kann. Diese centralen Kegel und Cylinder der Bindesubstanz im Trabeculargerüste bergen in ihren röhrenförmigen Räumen und Spalten zwischen den Bündeln den Lymphweg, der unmittelbar in die gröberen Lymphstämme der Oberfläche seine Richtung einschlägt. Nach innen zum Milzgewebe führen aus den Trabekeln feine Spalten zwischen den Bündeln glatter Muskelfasern hindurch; sie werden von der Lymphe zum Einsickern benützt.

Tomsa hält hiernach — und das ist auch sonst aus seiner Darstellung ersichtlich — die Bahnen in den Trabekeln als einfache Abfuhrwege der Lymphflüssigkeit aus dem Milzgewebe; meinen Beobachtungen zufolge sind dieselben nur zum Theil als solche zu betrachten, wie das schon oben berührt wurde. Das an injicirten Uebersichtspräparaten gewonnene Resultat wird nun durch die Untersuchung feiner Schnitte der gehärteten Milz, in denen die injicirten oder uninjicirten Trabekel in der Längs- und Querrichtung sich präsentiren, bestätigt und noch mehr erhärtet.

Wir haben hier natürlich nur Bruchstücke des vorhin gesehenen Ganzen. In der Fig. 11 findet man einen in der Längsrichtung durchschnittenen Balken. In der Breite ist derselbe ganz dargestellt; seine Fortsetzung nach oben fehlt in der Zeichnung; das untere Ende bildete den freien Rand des Präparates. Das Object ist mit Rosanilin gefärbt gewesen, und man erkennt in dem Bilde, dass es sich um einen fast nur aus Muskelzellenbündeln gebildeten Strang handelt. Oben ist die centrale Bahn injicirt; durch die Dila-

tation derselben sind die seitlichen Bahnen hier comprimirt. Uebrigens ist der Schnitt an dieser Stelle etwas stärker, dadurch die Einsicht etwas erschwert. Nach unten zu ist die Hauptbahn leer, ihre Wände sind näher aneinander gerückt, die seitlichen Spalten werden deutlich wahrgenommen, und am untersten Ende sieht man klar, wie jene mit diesen in Verbindung stehen. Es handelt sich hier nicht etwa um eine künstliche Zerfaserung, denn beim Gebrauch der Stellschraube erkennt man die untere Umkleidung der Spalten. Zudem liegen, wenn das Organ gut gehärtet ist, alle Theile eines Schnittes so wohlgeordnet neben einander, dass man die Spalten als natürliche Bildungen anerkennen muss. Auch der Bau der Trabekel selbst kommt uns hier zu Hülfe. Die peripherischen Theile der Balken (vergl. Fig. 11), wo eine künstliche Zerfaserung am leichtesten eintreten müsste, sind nämlich immer compact; in den centralen dagegen findet sich die Auflockerung. In Fig. 11 handelt es sich um einen kleineren Balken, deshalb sieht man hier fast nichts von bindegewebigen Bestandtheilen, nur hier und da tritt eine feine geschlängelte Faser hervor. Die Begrenzung und Scheidung der Spalten von einander wird durch Muskelzellenbündelchen gebildet. In Bezug auf die von diesen gebildeten Wandungen der Spalten will ich vorläufig nur bemerken, dass die äusseren Conturen jener Muskelbündel entweder mit feinen Körnchen (geronnener Lymphe) versehenen oder ganz glatt sind, in welch' letzterem Falle die zusammengekitteten Muskelzellen scheinbar direct von der Lymphflüssigkeit umspült werden.

In Fig. 12 sieht man bei B einen Querschnitt von einem Trabekel. Es handelt sich hier ebenfalls um einen relativ feinen Balken, und es erscheint demnach dessen Gewebe eigentlich nur aus Muskelzellenbündeln gebildet. Im Centrum gewahrt man einen grösseren Spalt (das Schwarze in demselben stellt dunkelgelbbraunes Pigment dar), von welchem Ausläufer in die Umgebung abgehen. Mögen diese nun zum Theil durch Faltung der Begrenzung des centralen Raumes entstanden sein, so ist doch sicher, dass von der Umgebung eine grosse Anzahl feiner Spalten, die zwischen den Muskelzellenbündeln ihren Ursprung nehmen, in denselben einmünden. Ein Blick auf das Object (Fig. 12, B) und ein Vergleich desselben mit einer zusammengefalteten Arterie, welche ein ganz anderes Aussehen auf dem Querschnitte besitzt, beweist dieses. Die Injectionspräparate stehen hiermit im Einklange. Die Peripherie

des Balkens besteht auch in dem letztgenannten Bilde aus dichtem Gewebe. Die feinen Spalten nehmen ihren Ursprung zwischen den Muskelbündelchen.

Bestätigung des eben Gesehenen, aber auch Neues erfahren wir aus dem Bilde A (Fig. 12). Es ist hier auf dem Querschnitte die Hälfte eines grösseren Balkens zu sehen. Wie alle grösseren Balken aus einem centralen, bindegewebigen und peripheren, musculösen Theile bestehen, so verhält es sich auch bei dem dargestellten. In der Umgebung der Hauptbahn (a) sieht man den optischen Querschnitt der blassen Bindegewebsbalken, zwischen denselben mit körniger (geronnener) Masse und (gelbbraunem) Pigment versehene Gänge. Die letzteren nehmen ihren Ursprung zwischen den Muskelzellenbündeln, woselbst sie in der dem Bindegewebe zunächst liegenden Zone weiter zur Peripherie hin enger erscheinen. Der periphere Theil des Balkens ist auch hier compact gebaut. Aber an einer Stelle sieht man sehr schön einen von der Grenze am Milzgewebe in die centralen Lymphbahnen des Balkens hinziehenden Spalt (b). Der Weg in diesem ist zum Theil durch feine blasse Körnchen und gelbbraunes körniges Pigment vorgezeichnet.

So deutlich, wie in diesem Bilde, sieht man nicht oft Communication des Milzgewebes mit den Trabecularbahnen; dass aber eine solche nicht vereinzelt vorkommt, erfährt man indirect, wenn man die Anwesenheit des goldgelben bis dunkelgelbbraunen körnigen Pigments in den Trabekeln berücksichtigt. Dieses stimmt vollkommen mit dem in dem Milzgewebe sich vorfindenden überein. Und es lässt sich die Entstehung aus den gelben Blutkörperchen leicht nachweisen, indem man alle Uebergangsformen von den kaum veränderten Blutkörperchen bis zu den aus ganz feinen oder aus gröberen Körnern bestehenden Häufchen und den isolirten eckigen Gebilden finden kann. Die Menge desselben in den Trabekeln ist abhängig von der Menge im Milzgewebe. Bei alten Pferden fand ich in beiden immer reichlich Pigment. In den Milzen von Füllen, welche ich untersuchte, war kaum irgendwo eine Spur desselben in den Balken zu finden; ebenso verhielt sich hier das Milzgewebe.

Dem Dargestellten mehr oder weniger ähnliche Bilder erhält man nun in der ganzen Ausdehnung der Trabekel, doch ist die Einsicht nicht bei jeder Milz ganz leicht. In jenen Fällen, wo die oberflächlichen Bahnen collabirt sind, kann man die Spalträume in den Trabekeln nicht oder nur undeutlich wahrnehmen. Der Ge-

danke liegt dann aber nahe, dass sie ebenso collabirt sind, wie die Gefässe in der Kapsel. Ich hatte es früher hauptsächlich mit solchen Objecten zu thun und konnte deshalb an uninjicirten Präparaten nicht wiederfinden, was mir die Injection ergab. Es ist daher zu rathen, die Theile möglichst frisch in die Härtungsflüssigkeit zu legen und vorher eine Stauung der Lymphe zu erzeugen. Tomsa erzielte letzteres, indem er beim lebenden Thiere in verschiedener Weise die Blut- oder Lymphgefässe verschloss oder verengerte. Man kann dasselbe recht gut auch an dem unmittelbar nach dem Tode des Thieres vorgenommenen Organe erreichen, wenn man an demselben die Lymphgefässstämme verschliesst. Die Aufsaugung von Flüssigkeit dauert hier fort und die Bahnen dehnen sich aus. Eine noch stärkere Aufsaugung von Flüssigkeit und Ausdehnung der Canäle erfolgt, wenn das Organ dabei in warmem Wasser liegt.

Untersucht man an solchen Objecten die Trabekel, so erkennt man auch ohne Injection schon bei schwacher Vergrösserung deutlich die Räume in denselben, und ich finde in einer zweckmässig zubereiteten Milz, dass solche in allen Trabekeln, wo man nur hinsieht, vorhanden sind; in den grösseren Balken erscheint der centrale Theil aber geradezu aufgelockert, indem zwischen den Bindegewebsbalken, den elastischen Fasern und den Muskelbündeln klaffende Spalten sich vorfinden. Die peripherischen Theile dagegen bestanden immer aus dichtem Gewebe, und zwar zeigt sich das Verhältniss in dieser Beziehung folgendermassen: Etwa die Hälfte des Balkendurchmessers wird von dem lockeren centralen Theile eingenommen; rundherum zieht ein Ring dichteren Muskelgewebes; von letzterem ist jedoch wieder nur die periphere Partie (abgesehen von den aus dem Milzgewebe kommenden Bahnen[1]) vollkommen compact (Vergl. Fig. 11 und 12), während nach innen zu allmählig mehr und mehr feinste Spalten auftreten, welche sich verbinden und zu grösseren Räumen werden. Augenscheinlich handelt es sich hier um Wurzeln der Trabecularbahnen, und die Anwesenheit der Lymphbahnen dürfte bedingt sein durch die Nothwendigkeit eines Abfuhrweges für die bei der Thätigkeit des Muskelgewebes entstehenden Abfallsproducte des Stoffwechsels. Für die Zufuhr von Nahrungsmaterial dienen hauptsächlich die Gefässe des Milzge-

---

1) Die Communicationsbahnen aus dem Milzgewebe ziehen als feine Spalten durch das compacte Gewebe hindurch.

webes; die Abfuhr des Verbrauchten geht nach dem Centrum zu vor sich.

Eine Deckzellenhaut habe ich auf den die Trabecularbahnen begrenzenden Wandungen nicht nachweisen können. Die Behandlung mit Arg. nitr. ergibt sowohl beim Zerzupfen der Trabekel in ¼ % oder noch schwächerer Lösung des Salzes, als auch nach der Injection (auf dem gewöhnlichen Wege durch Füllung der Kapselgefässe) durchaus unklare Bilder, weil die Muskelzellen oder die Kittsubstanz derselben oder beide zugleich sich so stark färben, dass in Bezug auf die Silberlinien einer etwaigen elastischen Zellenhaut kein Aufschluss erhalten wird. In den grösseren Bahnen wird eine solche wohl vorhanden sein; in den feinsten könnte sie fehlen.

Es sind jetzt noch die Enden der in Rede stehenden Lymphwege zu betrachten. Indem wir die Art des Ueberganges derselben in jene Canäle, welche die Hülle des Organes durchziehen, untersuchen wollen, ist jedoch zunächst Einiges in Bezug auf die letzteren vorauszuschicken. Die Hauptkanäle derselben verlaufen, wie man das deutlich in Fig. 10 bei A und B sieht, in dem subperitonäalen Bindegewebe. An gut mit Rosanilin gefärbten Präparaten erkennt man sofort die Begrenzung der muskulösen (eigenen) Hülle (e) des Organes, woselbst die Muskelzellenbündel dicht nebeneinander in verschiedener Richtung sich durchkreuzen. Die Tunica serosa (d) hebt sich als dichteres Gewebe durch dunkleres Aussehen von dem darunter liegenden Bindegewebe ebenfalls deutlich ab. Das letztere bedarf keiner weiteren Beschreibung; es unterscheidet sich von dem die perivasculären Bahnen einschliessenden Bindegewebe nur durch grössere Feinheit seiner Fasern. In ihm verlaufen nun die Hauptkanäle der Milzhülle. Die Deckzellenhaut dieser Canäle (Fig. 7) lässt sich durch Injection schwacher Höllensteinlösung oder Eintauchen abgelöster Fetzen der Tunica serosa in eine solche sehr leicht darstellen. Sie besitzt die gewöhnliche Beschaffenheit der die Lymphgefässe auskleidenden Zellenhaut. Das Abschaben ziemlich grosser Fetzen dieser feinen Haut gelingt leicht, die Zerlegung in isolirte Zellen dagegen nur unvollständig, obwohl die Kerne der einzelnen Plättchen bei aufmerksamer Betrachtung überall sicher wahrgenommen werden können (Vergl. Fig. 7 A) [1]). Die bezeichnete

---

1) In den subcutanen Lymphsäcken des Frosches fand ich die Deckzellen mit undeutlichen Kernen. Während hier auch nach der Abschabung des

Zellenhaut bildet die einzige eigene Begrenzung der Canäle, oder sie liegt in den stärksten derselben einer leicht faserig erscheinenden feinen Membran auf.

Zu bemerken ist noch, dass solche Canäle nicht die einzigen Lymphbahnen der Kapsel sind; vielmehr findet man auch hier zahlreiche Spalten, die in dem umgebenden Bindegewebe und zwischen den oberflächlichen Bündeln der Muskelhaut ihren Ursprung nehmen und mit jenen Canälen im Zusammenhang stehen. Der oberste Theil der Tunica propria geht nämlich, wie der innerste der Balkenhülle, mehr oder weniger allmählig in das anstossende subseröse Bindegewebe über. In Fig. 10 sieht man zwei Bilder (A und B), welche so ziemlich die Extreme dieses Verhaltens darstellen. Bei B grenzt sich die Tunica propria fast ganz scharf von dem subserösen Bindegewebe ab; bei A dagegen sind die Grenzen beider Gewebsmassen weit in einander verschoben. Bei C (Fig. 10) sieht man auch Ausläufer der Injectionsmasse aus der Hauptbahn in die dilatirten Spalten übergehen (C ist ein ungefärbtes Object). Es erinnert hiernach der oberste Theil der Tunica propria mit dem anstossenden Bindegewebe an das Innere der Trabekel, und somit kann man die letzteren in der That als Einstülpung der eigentlichen Milzhülle mit einem Theile des angrenzenden Bindegewebes auffassen.

Diese Einstülpung muss man sich jedoch nicht so grob vorstellen. Diese dichten untersten Schichten der Kapsel setzen sich allerdings direct in die Tiefe fort, um den peripheren Theil der Trabekel zu bilden; in den übrigen Partien ist das Verhältniss jedoch etwas complicirter. Vor ihrer Einmündung in die Canäle der Hülle machen die Trabecularbahnen in der Regel Biegungen. Besonders gut ist das in Fig. 10 bei A ausgesprochen. Die Bahn a geht hier erst nach rechts, dann nach links, um einen Muskelvorsprung, eine Art Klappe, zu umgehen; dann erst erfolgt die Einmündung in die Kapselbahn. Etwas Aehnliches zeigt die Bahn a bei B (Fig. 10). Es erklären diese Einmündungen die Erscheinung, warum die Trabecularbahnen sich nicht mit jener Leichtigkeit füllen, wie das bei Betrachtung von injicirten Präparaten, z. B. Fig. 10 C,

---

Häutchens mitunter auf keine Weise ein Kern in einzelnen Platten wahrgenommen werden konnte, vermisste ich denselben in den Deckzellen der oben erwähnten Lymphbahnen niemals.

vorausgesetzt werden könnte. Durch die oben erwähnten Vorsprünge an den Einmündungsstellen müssen diese bei der Injection der Kapselkanäle verlegt werden, und erst bei stärkerem Druck, welcher auch die Klappen in den letzteren sprengt, wird die Masse einen Eingang in die Trabekel finden können. Neben den dargestellten findet man auch solche Bilder, welche dafür sprechen, dass die Trabecularbahnen zuweilen mit mehreren in verschiedener Richtung auseinander gehenden Spalten, welche eine Strecke weit mehr oder weniger parallel der Kapsel verlaufen, in deren Bahnen einmünden.

Einen zweiten Abfuhrweg für die die Balken durchziehende Lymphflüssigkeit bilden die perivasculären Bahnen, indem die Bahnen derjenigen Trabekel, welche sich an die Balkenscheide der Arterien ansetzen, mit den diese umhüllenden Räumen im Zusammenhange stehen. Man gewahrt solches in Fig. 1 bei h. In diesem Bilde sind die uninjicirten Trabecularbahnen. An geeigneten uninjicirten Präparaten kann man sich von den betreffenden Verhältnissen ebenfalls überzeugen.

Neben der Milz des Pferdes wurde oben schon mehrmals die von anderen Thieren und dem Menschen berührt. Indem wir uns jetzt zu einer weiteren vergleichenden Betrachtung derselben wenden wollen, ist zunächst daran zu erinnern, dass die Milz der Säuger, obwohl die wesentlichen Theile stets natürlich dieselben bleiben, in Bezug auf gewisse morphologische Verhältnisse zwei Typen zeigt, wie das schon vor langer Zeit von Billroth[1]) richtig hervorgehoben ist.

Der eine Typus wird, soweit meine eigenen Erfahrungen reichen, durch die Milz des Pferdes, des Rindes und des Schweines repräsentirt; nach Billroth ist auch die des Schafes hierher zu zählen. In diesen Milzen beginnen die Venen, welche nur selten mit einander anastomosiren, mit trichterförmig zugespitzten Anfängen, welche an zahlreichen Stellen in ebenfalls konusförmig sich erweiternde Aeste einmünden. Die Wand dieser Venen bleibt bis zu den grösseren Stämmen äusserst dünn, indem sie, wie bekannt, nur oder fast nur aus einer einfachen Zellenschicht besteht. Das Parenchym ist zwischen den Venen reichlich entwickelt. Was uns aber besonders interessirt, ist einerseits die starke Entwickelung

1) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie Bd. XI, p. 330.

des Balkensystems, andererseits die Scheidung der Tunica serosa von der Tunica propria durch eine Schicht lockeren Bindegewebes. Auch haben wir zu beachten, dass die Vene hier ausserhalb der die Arterie und deren Umgebung einhüllenden Balkenscheide verläuft. Die Milz dieser Thiere zeigt in Bezug auf den lymphatischen Apparat die nächste Uebereinstimmung.

Der zweite Typus wird nach meinen Untersuchungen durch die Milz des Menschen, des Kaninchens, des Hundes, der Katze und der Maus repräsentirt. Als Anfang der abführenden Blutwege haben wir hier das bekannte zierliche Convolut der vielfach anastomosirenden capillären Venen, welche in Stämmchen mit muskulösen Wandungen einmünden. Das Milzgewebe ist geringer entwickelt, als bei den ersterwähnten Thieren, desgleichen das Trabekelwerk. Tunica serosa und Tunica propria sind untrennbar mit einander verschmolzen. Arterie und Vene verlaufen in einer gemeinsamen Balkenscheide. Die Lymphwege zeigen hier ebenfalls morphologische Eigenthümlichkeiten, welche die Milz dieser Säuger von jener des erstgenannten unterscheiden lässt.

In Bezug auf den ersterwähnten Typus habe ich oben gesagt, dass die Milz des Pferdes, des Rindes und des Schweines in Bezug auf den lymphatischen Apparat die „nächste Uebereinstimmung“ zeigt. Schon der gebrauchte Ausdruck deutet darauf hin, dass die statuirte anatomische Uebereinstimmung keine mathematische ist. Wie überall in der Natur, so handelt es sich auch hier um eine grosse Mannigfaltigkeit im Einzelnen.

Wer die Milz des Ochsen neben der des Pferdes sieht und nur eine von beiden aus der Anschauung kennt, dem muss man es sagen, dass das andere Organ auch eine Milz sei, so verschieden sind beide in Bezug auf die Form und das makroskopische Verhalten der eintretenden Gefässe. Vergleicht man die Milz des Schweines mit der des Ochsen, so findet man ebenfalls eine nicht unbedeutende Verschiedenheit. Möge nun dieses durch die Lebensweise der Thiere (Nahrung etc.) oder durch andere Umstände bedingt sein, überall findet man doch diejenigen Verhältnisse wieder, welche oben als für diesen Typus der Milz charakteristisch hingestellt wurden. Der lymphatische Apparat zeigt nun ebenfalls trotz der Uebereinstimmung im Wesentlichen recht beträchtliche Verschiedenheiten.

Was die Milz des Rindes (Ochsen, Kalbes) anlangt, so sind hier die in der Kapsel verlaufenden Lymphgefässe durchschnittlich etwas

geringer im Durchmesser, als die des Pferdes. Es lässt sich, wenn man in der oben bezeichneten Weise in der Stromrichtung oder gegen den Strom injicirt, von einem einzigen Gefässe aus mit Leichtigkeit ein die ganze Milzoberfläche überziehendes, sehr dichtes Netz darstellen, während beim Pferde das Injiciren gegen den Strom sehr schwer und nur unvollständig gelingt und beim Injiciren in der Stromrichtung nur mit Mühe die seitlich gelegenen Bahnen in grösserer Ausdehnung sich füllen, nie aber die ganze Oberfläche auf diese Weise injicirt wird, obwohl das Netz hier nicht minder dicht als beim Ochsen ist. Man darf also nicht erwarten, bei der Milz des Rindes injicirte Trabekel zu erhalten, wenn man das oberflächliche Netz gut dargestellt hat. Ohne Schwierigkeit geht die Masse dagegen in die Trabekel über, wenn man den leichten Abfluss aus den oberflächlichen Gefässen verhindert. Die Trabekel und Kapsel sind hier ähnlich denen des Pferdes gebaut, nur ist das Bindegewebe in den oberflächlichen Schichten der Tunica propria und in den grösseren Trabekeln reichlicher entwickelt als beim Pferde. Die unteren Partien der Kapsel und die peripheren Theile der Trabekel bestehen jedoch nur aus Muskelzellen [1]). Die Lockerung des Inneren der Balken fand ich in den untersuchten Milzen des Rindes weniger ausgebildet, als in manchen Exemplaren der Pferdemilz, das Organ wurde jedoch frühestens 1—2 Stunden nach dem Tode des Thieres zur Untersuchung vorgenommen und in die Härtungsflüssigkeit gelegt. Die Injectionsfiguren in den Trabekeln sind denen des Pferdes ähnlich. Ueber die Menge der Bahnen in diesen könnten nur vollständige Injectionen, welche ich bei meinen wenigen vergleichenden Versuchen nicht erhalten habe, Aufschluss geben. Berücksichtigt man jedoch den Reichthum der oberflächlichen Gefässe, so darf man wohl auf Verhältnisse schliessen, welche denen beim Pferde sehr nahe kommen. Die Communicationswege zwischen Milzgewebe und Trabecularbahnen habe ich beim Rinde nicht nachgewiesen; Pigment ist jedoch in den Balken vorhanden.

Aus der Literatur kann ich erwähnen, dass auch W. Mül-

---

1) Kölliker (Handbuch der Gewebelehre 1867. p. 449) hebt ausdrücklich hervor, dass u. A. die Kapsel der Milz des Pferdes und des Ochsen keine glatten Muskelfasern enthalte. Dieses ist ein Irrthum. Keine Methode kann die Anwesenheit der Muskelzellen hier und in den Trabekeln so sicher und schön nachweisen, wie ein gut mit Rosanilin gefärbtes Object. Fig. X A u. B können dieses zum Theil bestätigen.

ler[1]) angibt, er habe beim Ochsen von den oberflächlichen Lymphgefässen aus „Zweige“ gefüllt, „welche innerhalb einzelner Balken in das Innere des Organs übertreten.“ Zu erwähnen ist ferner die schon in früherer Zeit von Teichmann an der Kalbsmilz gemachte Beobachtung, dass einzelne oberflächliche Gefässe „ausnahmsweise ihren Weg durch die Substanz der Drüse nehmen.“ Es kann sich hier kaum um etwas anderes, als um injicirte Trabekel gehandelt haben.

Bei Schweinen zeigen die Kapsel und die Balken der Milz ebenfalls die in Rede stehenden Verhältnisse. Wenn ich nach drei Milzen, welche ich hier injicirt habe, urtheilen darf, so sind die oberflächlichen Lymphgefässe jedoch in geringerer Menge vorhanden, als bei dem Pferde und dem Ochsen, und ausserdem, wie das auch Teichmann angibt, ungleichmässig verbreitet, an einzelnen Stellen spärlicher, an anderen reichlicher entwickelt. Entsprechend dem Umfange des Organes, der geringen Dicke der Häute der Kapsel und der Trabekel, sind sie auch viel feiner, als bei den erstgenannten Thieren. Die Füllung einzelner Bahnen in den Balken gelang mir gleich bei der ersten Injection, bei den zwei späteren nicht. Weiterhin unterliess ich die Arbeit.

An dieser Stelle ist aus der Literatur anzuführen, dass auch Kölliker[2]) sich nach Tomsa davon überzeugt hat, dass die „Vasa superficialia einzelne Ausläufer in das Innere abgeben“, besser gesagt, aus dem Inneren der Milz aufnehmen. Das Thier, auf welches sich dieses bezieht, bezeichnet er nicht näher.

In Bezug auf das zweite Stromgebiet der Lymphflüssigkeit in der Milz des Rindes und Schweines kann ich zunächst angeben, dass Quer- und Längsschnitte von grösseren Arterien und deren Umgebung Bilder darbieten, welche vollkommen mit denen aus der Pferdemilz übereinstimmen. Am raschesten überzeugt man sich davon an Querschnitten. In den untersuchten Fällen fand ich jedoch stets nur eine bedeutend schmälere Zone zwischen Arterie und Balkenscheide, als beim Pferde, dem entsprechend auch eine geringere Anzahl von perivasculären Bahnen vielfach nur eine oder zwei grössere Lichtungen in der Umgebung der Arterien (auf

---

1) Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865, p. 100.

2) Handbuch der Gewebelehre 1867, p. 463.

Querschnitten). Die Weite der einzelnen Bahnen ist beim Rinde jedoch nicht geringer, als beim Pferde.

Weitere Beweise habe ich auch hier durch die Injection erhalten. Bei der Milz des Schweines machte ich dieselbe nicht, bei der des Rindes dagegen mehrere Male. Die Arteria lienalis theilt sich bei dem letztgenannten Thiere unmittelbar nach dem Eintritte in das Organ (an dessen oberem Ende) in zwei Hauptäste. Der eine Ast ist kurz, der andere verläuft in der Längsrichtung der Milz bis zu dem unteren Ende derselben. Jeder Ast ist von einer Vene begleitet. Schneidet man die letztere mit der Scheere auf, was besonders leicht bei dem langen Aste gelingt, so erhält man die in ihrer Scheide eingeschlossene Arterie. Beim Einstich in die auf diese Weise präparirte Arterienscheide gelang es mir nun, die Injectionsmasse durch Lymphgefässe am Hilus auszutreiben.

Bemerken muss ich jedoch, dass mir dieses nur dann gelang, wenn ich den Einstich unweit der Eintrittstelle der Arterie in der Milz, etwa 3—5 Cm. von derselben entfernt, machte. Wurde derselbe in der Nähe des peripheren Endes der Arterie gemacht, so breitete sich die Masse (Beale'sches Blau) zwar über 2—3 Cm. in der Längsrichtung des Gefässes aus, sie konnte aber nicht weiter getrieben werden; es trat eher eine Berstung der Balkenscheide ein, als ein Austritt am Hilus.

Man kann diese Injectionsversuche auch in der Weise machen, dass man in der Gegend der Mitte der betreffenden Arterie in die Milz einschneidet und so das eingescheidete Gefäss, ohne Zerstörungen am Hilus zu erzeugen, blosslegt. Dieses war auch das Verfahren, bei welchem ich Erfolg erzielte. Die Verletzung der Arterie (beim Einstich) ist leicht zu vermeiden, wenn man die Canüle gehörig tangential einführt. Sollte eine solche geschehen, so erkennt man das leicht an dem Resultate, da eine Arterie von der Grösse der hier in Betracht kommenden nicht mit einem Lymphgefässe verwechselt werden kann.

Zu erwähnen ist noch, dass die Injectionsmasse, wenn in der bezeichneten Weise injicirt wird, zuweilen, anstatt aus den Lymphgefässen auszufliessen, in das lockere Bindegewebe am Hilus eintritt. Es könnte dieses theils durch Rupturen bedingt sein, theils dadurch, dass eine Communication der perivasculären Bahnen mit den auch in jenem Bindegewebe sich vorfindenden Lymphräumen wahrscheinlich vorhanden ist. Das eben genannte Ereigniss kann

schon vorausgesehen werden, wenn die Injection nach dem Einstiche sehr schwer vor sich geht. Man hat dann offenbar die grösseren Lumina der perivasculären Bahnen verfehlt. In jenen Fällen, wo ich das gewünschte Resultat erhielt, erfolgte die Injection leicht. Einmal (beim Ochsen) füllte sich auf diese Weise bei Injection von Berlinerblau neben einem kleinen Lymphgefässe ein solches, welches im dilatirten Zustande — bei Hemmung des Abflusses der Injectionsmasse — einen Durchmesser von ca. 3 Mm. hatte. Zwei andere Male (beim Kalbe) glückte die Injection mit Argentum nitrium, indem sich auch hier, als der Abfluss der Flüssigkeit gehemmt wurde, Lymphgefässe am Hilus füllten, welche durch die Dünnheit der Wandungen und die perlschnurförmige Beschaffenheit unzweifelhaft gekennzeichnet waren.

Eine Füllung der perivasculären Bahnen vom Hilus aus gelang mir beim Rinde nicht, da ich solches aber bei der Pferdemilz erzielte, bei dieser dagegen keine Injection in der entgegengesetzten Richtung vornahm, so ergänzen sich gegenseitig die an diesen beiden Thieren gewonnenen Resultate.

Indem wir uns jetzt zu der Milz jener Säuger wenden, welche den zweiten Typus des Baues dieses Organes zeigt, beginnen wir wieder mit den Verhältnissen in der Kapsel und den Trabekeln.

W. Müller[1]) gibt an, nachdem er erwähnt hat, dass man bei der Milz „oberflächliche" und „tiefe" Lymphgefässe zu unterscheiden habe: „Erstere kommen allen bis jetzt untersuchten Säugethieren und dem Menschen zu und lassen sich durch die gewöhnlichen Methoden ohne Schwierigkeit nachweisen." Diese Angabe mag zum Theil richtig sein, in der vorgeführten Form ist sie aber falsch, und zwar betrachte ich sie nur als einen flüchtig niedergeschriebenen Satz.

Wenn jemand annimmt, dass die Milz des Hundes und der Katze gar keine oberflächlichen Lymphgefässe besitzen, so dürfte das sehr schwer zu widerlegen sein. Das Höchste, was ich in dieser Beziehung finden konnte, waren kleine, weissliche Höckerchen auf der Oberfläche des Organes, welche sich zeigten, wenn die Milz des Hundes oder der Katze gleich nach dem Tode in warmes Wasser gelegt wurde. Ich bin zwar geneigt, hierin Andeutungen von Lymphgefässen zu sehen, doch ist das eigentlich nur eine Ver-

1) L. c. p. 104.

muthung. Es stimmt dieses überein mit den oben erwähnten Beobachtungen von Billroth und mit denen von Tomsa, nach welchen die eben bezeichneten Thiere „wohl gar keine oberflächlichen Lymphgefässnetze“ besitzen.

Beim Menschen lässt sich eine spärliche Anzahl dieser Gefässe dagegen sicher nachweisen. Kölliker[1]) findet dieselben „spärlich zwischen den zwei Hüllen“ und meint, dass sie „ausser in ganz gesunden Milzen und in der Nähe des Hilus kaum zu erkennen“ sind. Der letztere Ort ist es in der That, wo man die betreffenden Lymphgefässe suchen muss, wenn man sich von ihrer Anwesenheit bei der menschlichen Milz überzeugen will; ich habe sie hier in neuester Zeit mehrmals gesehen. Es sind ganz kleine, nicht selten durch Blutfarbstoff — eine Leichenerscheinung — röthlich schimmernde Zweige, welche man deutlich als varicöse Canäle erkennt, wenn man der Stromrichtung entgegen den Messerrücken oder Fingernagel über dieselben hinwegstreift. Schon im Jahre 1868 habe ich einmal ein solches Gefäss mit Verzweigungen künstlich injicirt; später wurde der Versuch nicht wiederholt, doch überzeugt man sich, wie gesagt, auch ohnedem von der Anwesenheit der Lymphgefässe in der Hülle der menschlichen Milz.

Die geringe Entwickelung der betreffenden Gefässe bei der Milz der in Rede stehenden Säuger scheint mir hauptsächlich durch die geringe Menge der Muskelzellen in dem Organe bedingt zu sein. Zwar sind bei dem Hunde und der Katze die Tunica propria und die Trabekel vorwiegend oder zum Theil ausschliesslich aus Muskelzellen zusammengesetzt, aber die absolute Masse derselben ist doch immer verschwindend klein gegenüber jener in der Milz des Pferdes, und in der Milz des Menschen sind sie noch bedeutend spärlicher vorhanden. Es könnte jedoch bei der Milz des Hundes und der Katze, falls hier in den muskulösen Balken Lymphbahnen vorhanden sind, die Abfuhr aus diesen durch die perivasculären Wege, ja vielleicht durch die Venenstämmchen, an welchen sich zahlreiche Trabekel ansetzen, erfolgen. Nachweisen liesse sich das nur durch die Injection.

Was das zweite Stromgebiet anlangt, so findet man dieses auch in der Milz des Menschen und der dieser analog gebauten der Thiere

---

1) L. c. p. 460.

in ähnlicher Weise entwickelt, wie in der den andern Typus zeigenden Milz.

In Bezug auf die Milz des Hundes und der Katze kann ich hier nur wenig angeben. Ich habe die am Hilus austretenden Stämmchen bei diesen Thieren nicht gesehen, doch sind solche von Tomsa[1]) und Ludwig[2]) beobachtet worden. An den mir vorliegenden Objecten bietet die mikroskopische Analyse wenig dar. Die Arterien treten mit zahlreichen kleinen Aesten in das Organ ein; sehr bald nach diesem Eintritte erfolgt die adenoide Umwandlung des perivasculären Bindegewebes. Gelungene Schnitte von der in den Arterien injicirten Milz zeigen, dass die Hülle sich an der Eintrittsstelle der Blutgefässe in ihre zwei, sonst untrennbar verbundenen Blätter spaltet, von denen das innere als Balkenscheide der Gefässe in die Tiefe geht, das äussere sich auf die letzteren nach aussen umschlägt. An jener Stelle, wo die Trennung der Blätter erfolgt, ist in der Umgebung der Blutgefässe eine grössere Menge lockeren Bindegewebes vorhanden, welches sammt den letzteren in die Tiefe eindringt. Da man nun in diesem lockeren Bindegewebe am Hilus ebenfalls feine Spalträume sieht, so liegt die Voraussetzung nahe, dass vielleicht erst von hier aus entwickeltere Lymphgefässe entspringen, um dann zwischen den Blättern des Ligamentum gastrolienale weiter zu ziehen.

Ehe wir zu der Milz des Menschen übergehen, wo sich mit der grössten Sicherheit und leicht die perivasculären Bahnen nachweisen lassen, will ich hier auf eine von W. Müller[3]) an einer Affenmilz gemachte Beobachtung hindeuten. In dem Milzgewebe und den Malp. Körperchen fand sich eine reichliche Menge schwarzen Pigments; ähnliches Pigment wurde auch „in den Zwischenräumen der Bindegewebsbündel" in der Umgebung der grösseren Arterien gefunden. Mit Rücksicht auf die Untersuchungen von Tomsa hält W. Müller es für „wahrscheinlich", dass dasselbe „wenigstens zum Theil in wirklichen Lymphräumen" lag. Es scheint hiernach, dass auch in jener Affenmilz nur sehr feine perivasculäre Bahnen vorhanden waren.

---

1) L. c. p. 666.

2) Eine briefliche Mittheilung an W. Müller. (Siehe dessen Arbeit über die Milz, p. 100.)

3) L. c. p. 100.

Von der Milz des Menschen sind die am Hilus austretenden Lymphgefässe schon seit langer Zeit bekannt. Ich habe diese Stämmchen mehrfach gesehen. An ca. 15 neuerdings untersuchten Milzen vom Menschen habe ich nun gefunden, dass in der Umgebung der grösseren Arterien ganz constant dieselben Räume vorkommen, welche oben von gewissen Thieren beschrieben worden sind. Es ist wirklich auffallend, dass alle Bearbeiter der Milz (auch ich) dieselben bisher übersehen haben. Es rührt dieses daher, dass man sich bei der Untersuchung der gröberen Gefässverhältnisse hauptsächlich an die makroskopische Präparation und an das frische Object gehalten hat. An Querschnitten von gut gehärteten Milzen sieht man die perivasculären Lymphbahnen in Form wohlbegrenzter rundlicher und spaltförmiger Lichtungen, je nach dem Zustande der Füllung im Leben und der Grösse der zugehörigen Arterie, von verschiedener Weite, in zahlreichen Fällen jedoch mit einem Durchmesser von 0,03=0,1 Mm.[1]). Eine nähere Beschreibung dieser Bahnen braucht nicht gegeben zu werden. Es ist jedoch zu erwähnen, dass dieselben, weil das perivasculäre Bindegewebe beim Menschen viel feiner ist, als beim Pferde und Ochsen, mehr abgeschlossen erscheinen, indem der Zusammenhang mit den Spalten zwischen den Bindegewebsfasern nur undeutlich hervortritt. Die Vene läuft hier zwar in einer gemeinsamen Balkenscheide mit der Arterie, ist aber gewöhnlich nur auf der zur letzteren gekehrten Seite von lockerem Bindegewebe umgeben. Es kommt jedoch zuweilen vor, dass die Vene und die Arterie rundherum von dem Lymphbahnen führenden Bindegewebe eingehüllt erscheinen, und in pathologischen Fällen, bei starker Hyperplasie der adenoiden Arterienscheide kann man beide Gefässe von einem ebenfalls aus adenoidem Gewebe bestehenden Mantel (welcher nach aussen von der Balkenscheide umschlossen wird) umgeben finden.

Diese Erfahrungen sind vielleicht von einiger Bedeutung. Es kommt nämlich häufig vor, dass bei einem Versuche, die perivasculären Bahnen durch Einstich zu injiciren, die Masse, nachdem sie sich einige Zeit zwischen den Blutgefässen und der Balkenscheide fortbewegt hat, in die Vene übergeht. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand ich in diesen Fällen immer eine grosse Zerstö-

---

1) Dieses sind die durchschnittlichen Maximalwerthe, welche ich in verschiedenen Milzen bestimmte.

rung. Es könnte jedoch die Frage aufgeworfen werden, ob nicht ein Theil der Lymphbahnen in die Venen der Milz einmündet. Daneben gelingt es aber auch zuweilen, Lymphgefässe am Hilus zu injiciren, wenn man, ohne diese Gegend zu verletzen, in die Milz einschneidet, eine Arterie hervorzieht und die Canüle zwischen Balkenscheide und Gefässen sorgfältig einführt. Ausserdem kann ich anführen, dass bei einer Milz mit colossaler Hyperplasie der adenoiden Arterienscheide (wo sich auch die oben erwähnte kleinzellige Infiltration der Umgebung der grösseren Arterien vorfand) ein gegen den Strom injicirtes Lymphgefäss einen Durchmesser von ca. 2 Mm. zeigte. Einer ergiebigen Injection setzten in diesem Falle die Klappen einen zu grossen Widerstand entgegen.

Zum Schlusse möge man mir nun noch gestatten, einige indirect auf das vorliegende Thema sich beziehende Angaben zu machen.

Zum Ausgangspunkte nehme ich hier folgende von Tomsa hingestellten Sätze:

„Die Milz ist eine Drüse, deren Gewebe“, „ähnlich jenem der Leber, ein solides von Lymphe durchtränktes Netzwerk bildet, das allseitig entweder von Blutgefässmaschen umstrickt wird, oder in welches die Blutbahn durch Auseinanderdrängen des Fasersystems eingegraben ist.“

„Das Milzgewebe ist der sogenannten conglobirten Substanz gleich zu stellen.“ — „Eine theilweise massenhaftere Einlagerung der Lymphkörperchen kennzeichnet die sogenannten Malpighi'schen Bläschen, ohne dass eine bestimmte Begrenzung letzterer gegen das Milzgewebe stattfände.“

Den ersten Satz acceptire ich theilweise, den zweiten kann ich nicht gelten lassen. An jenem gefällt mir der Vergleich mit der Leber insofern, als dadurch hervorgehoben wird, dass in der Milz ein eigenes Drüsengewebe vorhanden ist. Es ist jedoch nothwendig, dass man das Milzgewebe und die adenoide Arterienscheide streng auseinander halte. Die Verschiedenheit dieser beiden Gewebe wird sowohl direct durch die mikroskopische Untersuchung, als auch indirect durch die in der Milz vorkommenden Krankheiten bewiesen.

Schon die lymphoiden Zellen des Milzgewebes, welche in ihrer

Form nicht bemerkbar verschieden von denen der adenoiden Arterienscheide sind, unterscheiden sich ganz constant durch geringeres Imbibitionsvermögen ihrer Kerne zu Carmin und besonders Anilin. Der Contrast zwischen der Färbung der adenoiden Scheide der grösseren Arterienzweige und der des Milzgewebes tritt an geeigneten Objecten sofort hervor; auch in der Scheide der kleineren Arterienzweige sieht man die intensiv gefärbten Zellenkerne von den blassen des Milzparenchyms scharf sich hervorheben. Vielleicht findet auch eine Wanderung der Zellen der ersteren in dem letzteren statt, denn in dem Milzparenchym sind immer hier und da Zellen mit stark sich färbenden Kernen eingestreut.

Das Medium, in welchem die Rundzellen liegen, lässt die Verschiedenheit beider Gewebe noch prägnanter hervortreten. In dem Arterienscheidenparenchym haben wir das durch Auspinseln leicht darstellbare, relativ weitmaschige Netz, welches in den Knotenpunkten ohne Schwierigkeiten Kerne erkennen lässt. Bei dem Milzparenchym ist das Netz bedeutend schwieriger darstellbar, zarter und bedeutend engmaschiger; in den Knotenpunkten sind bei ausgewachsenen Thieren nur sehr spärliche oder gar keine Kerne wahrnehmbar. Ausser diesem Netzwerke ist in dem Milzgewebe zwischen den Rundzellen noch eine weiche Zwischensubstanz vorhanden, welche im frischen Zustande als äusserst feinkörnige, auf Essigsäurezusatz sich stärker trübende, zähe Flüssigkeit wahrgenommen wird, an gehärteten Objecten aber als ein die Zellen einmauerndes Netz erscheint. In dem Arterienscheidenparenchym ist etwas derartiges nicht zu sehen, obwohl an der Grenze beide Gewebe ineinander übergehen.

Krankhafte Zustände bestätigen nun die Verschiedenheit des Arterienscheidenparenchyms und des Milzgewebes. Schon früher habe ich auf die amyloide Milz hingewiesen. In gewissen Fällen (Sagomilz) findet man nur das Arterienscheidenparenchym (Malp. Körper und einfach cytogene Scheide) amyloid erkrankt, während das Milzparenchym von der amyloiden Degeneration verschont bleibt. Es handelt sich hier im Wesentlichen um amyloide Metamorphose der Wandungen der Capillaren und der sich daran festsetzenden Netzfasern. Man sieht in solchen Fällen nach geeigneter Application von Jod und Schwefelsäure[1]) die charakteristisch gefärbte

1) Vergl. meine »Untersuchungen über die amyloide Degeneration«. I. Dorpat 1871, p. 80 u. ff.

Arterienscheide inmitten des gelben Milzparenchyms. Ein anderes Mal (sog. diffuse Amyloiderkrankung) handelt es sich um amyloide Umwandlung des Milzgewebes. Zunächst zeigt sich in der Umgebung der capillären Venen ein dünner Mantel von amyloid verändertem Gewebe; durch Jod und Schwefelsäure lässt sich die Veränderung genau studiren. Dem Lumen der kleinsten Venen zunächst liegen die nicht amyloiden Spindelzellen; an dem amyloiden Mantel erkennt man bei genauerer Untersuchung eine Entstehung aus gequollenen, vielfach zusammengeflossenen Rundzellen; desgleichen erkennt man durch die Amyloidreaction deutlich, dass auch die Fasern des Netzwerkes und die Zwischensubstanz an dieser Stelle amyloid geworden sind. Die adenoide Arterienscheide ist zu dieser Zeit ganz frei von der amyloiden Veränderung. Wenn die amyloide Degeneration im Parenchym weiter vorschreitet, d. h. eine Vergrösserung des die capillären Venen umgebenden Mantels durch immer neue Erkrankungen an den ihm anstossenden Elementen erfolgt, wird die Arterienscheide gewöhnlich atrophisch, die Follikel werden auf die Hälfte oder ein Drittel ihrer früheren Grösse reducirt, arm an Rundzellen; das Netzwerk in ihnen verdichtet sich; amyloide Veränderung des Gewebes kann jedoch vollkommen fehlen.

Dieses mag hier genügen. Combinationen der amyloiden Erkrankung des Milzgewebes und der Arterienscheide kommen vor, doch geht die Veränderung dann an beiden Geweben auf verschiedene Weise vor sich.

Ausser der amyloiden Degeneration gibt es noch andere pathologische Veränderungen, aus welchen die Verschiedenheit der beiden in Rede stehenden Gewebe von einander hervorgeht. Es kommt nämlich vor, dass die Arterienscheide eine colossale Hyperplasie erleidet, während das Milzgewebe atrophisch wird. Im hiesigen pathologischen Institute wurde unlängst eine Milz beobachtet, welche etwas über 3 Pfund 5 Loth (russisch) wog. Die Vergrösserung war hier durch Hyperplasie der Arterienscheide bedingt, während das Parenchym nur dünne, reichlich von Pigment durchsetzte Gewebszüge darbot.

Allerdings kommen auch Fälle vor, wo bei colossaler Vergrösserung der Milz gleichzeitig sowohl im Milzgewebe, als auch im Arterienscheidenparenchym kleinzellige Wucherungen in der Weise vorkommen, dass man nicht genau erkennen kann, von welchem Theile dieselben ausgegangen sind. Dieses sind aber besondere

Krankheitsformen, die für unsere Frage nicht verwerthbar sind; ebensowenig widerlegen sie aber dasjenige, was durch andere Fälle bewiesen wird.

Indem die mikroskopische Analyse eine Verschiedenheit der adenoiden Arterienscheide und des Milzgewebes feststellt und gewisse pathologische Veränderungen ein verschiedenes krankhaftes Verhalten des einen und des anderen Gewebes darthun, liegt es nahe, jedem dieser Gewebe auch eine verschiedene physiologische Bedeutung zuzuschreiben.

Die Experimente von Schiff haben bekanntlich schon seit langer Zeit dargethan, dass die Milz für die Verdauung der Albuminate im Körper von Bedeutung ist. Ueber das Detail sind die Ansichten zwar getheilt, indem Baccelli[1]) annimmt, dass dieses Organ die Eiweiss verdauenden Stoffe dem Magen während der Verdauung direct zusendet (durch die zum Magenfundus gehenden kleinen Venen), Schiff dagegen einen Einfluss auf das Pancreas findet und auch neuerdings constatirte, dass das Pancreas „zur Lösung selbst einer minimalen Eiweissmenge unfähig wird, wenn die Milz seit mehreren Monaten fehlt oder atrophisch ist“[2]). Jedenfalls wird aber eine Beziehung der Milz zu der Verdauung der Albuminate übereinstimmend gefunden.

Frägt man nun, welcher Theil der Milz dabei von Bedeutung sei, so ist es am wahrscheinlichsten, dass hier das Milzparenchym und die eigenthümlichen Venenanfänge in Betracht kommen.

Das Arterienscheidenparenchym zeigt die grösste Uebereinstimmung mit jenem Gewebe, welches auch an anderen zum lymphatischen Apparate gehörigen Orten gefunden wird. Der Zusammenhang desselben mit Lymphbahnen tritt auch in der Milz klar hervor. Dasselbe stellt also eine eigene Wurzel des Lymphgefässsystems in unserem Organe dar. In welchem Grade die hier vorhandenen Rundzellen zur Ausfuhr bestimmt sind, ob dieses etwa ihre einzige Bestimmung ist, welche andere Stoffe hier noch gebildet werden, das lässt sich nicht entscheiden, ebenso wie es in Bezug auf die Lymphdrüsen nicht entschieden ist. Wir begnügen uns damit, dass wir die Verwandtschaft der Arterienscheide mit diesen constatiren. Hiernach dürfte ihre Bedeutung für die Verdauung aber wohl auszuschliessen sein.

---

1) Virchow's Archiv Bd. 51, p. 141.

2) Archiv für die gesammte Physiologie 1870, p. 622.

Das Milzgewebe dagegen ist, wie schon vor langer Zeit von Billroth[1]) hervorgehoben wurde, „in seiner eigenthümlichen vom Lymphdrüsengewebe unterschiedenen Form der Milz allein eigenthümlich.“ Ihm muss hiernach eine eigenthümliche Bedeutung zukommen. Bei der langsamen Blutcirculation in den weiten, dasselbe durchziehenden Venenanfängen müssen bedeutende Stoffumsätze stattfinden. Und deshalb ist es wahrscheinlich, dass von den beiden in Betracht zu ziehenden Parenchymen das Milzgewebe das bei der Verdauung in Betracht kommende ist. Dass aber auch aus diesem Gewebe Stoffe in die Lymphbahn übergehen, darf nicht bezweifelt werden.

Fassen wir unsere Anschauung über die Milz der Säuger kurz zusammen, so besteht dieses Organ einerseits aus einem eigenen seiner specifischen Thätigkeit dienenden Theile, andererseits aus einem zum lymphatischen System gehörigen Abschnitte. Ersterer wird repräsentirt durch das Parenchym mit den Venenanfängen. Die Beziehungen dieses Parenchyms, so wie auch der Trabekel und der Kapsel zum Lymphgefässsystem sind parallel zu stellen mit den analogen Beziehungen in der Leber z. B. und in anderen Organen. Dagegen ist die Arterienscheide mit den Malpighi'schen Körperchen eine Bildung, welche nur in gewissen Organen ein Analogon findet, und zwar in den einzelnen Abschnitten des ganzen Speiseweges. Wie hier neben den Drüsen eine eigenthümliche Wurzel des Lymphgefässsystems in den Follikeln gefunden wird, so ist es auch in der Milz.

Das Eigenthümliche, welches man wohl auch darin sehen will, dass dieses Organ, scheinbar ohne Nachtheil für das Leben, aus dem Körper entfernt werden kann, schwindet, wenn man bedenkt, dass sich verschiedene Quellen für die Eiweisssubstanzen verdauenden Stoffe in demselben vorfinden und dass es verschiedene adenoide Wurzeln des lymphatischen Systems im Körper gibt.

Dorpat, den 19. Februar 1872.

---

1) Virchow's Archiv Bd. XXIII, p. 459.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXV u. XXVI.

Sämmtliche Abbildungen mit Ausnahme von Fig. 6, 7 und 8 sind nach durch Creosot aufgehellten, in Canadalsam eingeschlossenen mikroskopischen Schnitten von der in Müller'scher Flüssigkeit (4—5 Wochen) und nachträglich in Alkohol (1—12 Wochen) gehärteten Milz des Pferdes gezeichnet. Mit Ausnahme von Fig. 3, 9 und 10 C sind die in Creosot aufgehellten Schnitte vorher mit salpetersaurem Rosanilin gefärbt worden; die Intensität der Färbung hierselbst ist durch dunklere und hellere Zeichnung wiedergegeben. Das Maass, welches bei der Beschreibung der Fig. 1—3 und 5 in Parenthese angeführt ist, bezeichnet annähernd die in der Richtung der Arterie gemessene Entfernung von der Eintrittsstelle dieser in die Milz bis zu jener Stelle, welcher der Schnitt entnommen ist. Ueber Fig. 6, 7 und 8 findet man an den betreffenden Stellen Angaben über die Herstellung der Objecte.

Fig. 1. Querschnitt durch eine Arterie und deren Umgebung (ca. $1^1/_2$ Cm.). a die Hauptarterie; y deren Media; z deren Adventitia; b die perivasculären Lymphbahnen, theils mit blauer Masse gefüllt, theils mit nur an den Wänden anhaftenden Körnchen, theils uninjicirt; c Nervenstämme; d das lockere Bindegewebe zwischen den genannten Gebilden; e die Balkenscheide; f eine kleine Arterie auf dem Querschnitte; g ein sich mit der Balkenscheide verbindender Trabekel h dessen Lymphbahnen, die in geringem Grade injicirt sind. Vergrösserung 1 : 80.

Fig. 2. Ein eben solcher Querschnitt (ca. 3 Cm.). a—e, y u. z haben dieselbe Bedeutung wie vorhin; a' stellt einen Theil einer Arterie dar, welche von der Arterie a abgegangen ist; e' die Balkenscheide im Längsschnitte; f eine kleine Arterie auf dem Längsschnitte, am Ende derselben ein Defect. Vergr. 1 : 80.

Fig. 3. Theil eines Längsschnittes von einer Arterie und deren Umgebung (1 — $1^1/_2$ Cm.). a die Balkenscheide; b Injectionsmasse, welche theils die perivasculären Lymphräume erfüllt, theils gleichmässig verbreitet erscheint; c ein wohlgeformtes Lymphgefäss, zum Theil mit Injectionsmasse gefüllt; d lockeres Bindegewebe; e Andeutung eines starken Nerven. Vergr. 1: 80.

Fig. 4. Präparat vom Endtheile einer Arterie. a Malpighi'sche Körperchen (Follikel); b die zugehörige Arterie; c Injectionsmasse; d Milzgewebe. Vergr. 1 : 80.

Fig. 5. Theil eines Querschnittes von einer Arterie und deren Umgebung (ca. $2^1/_2$ Cm.). a ein Theil der Muscularis und der Intima der Hauptarterie; b die Adventitia; c grosse Lymphräume; d ein kleiner Lymphraum; e Lymphräume anderer Art; f die quer und schräg durchschnittenen Fibrillenbündel des zwischenliegenden Bindegewebes. Vergr. 1:310.

Fig. 6. Silberbilder von den Deckzellen aus den perivasculären Lymphräumen des Ochsen, in Glycerin eingeschlossen. A die Deckzellen in situ. Vergr. 1:80. B u. C je eine kleine Partie desselben Bildes bei 310facher Vergr. D nach Maceration in Glycerin durch Schaben von der Unterlage abgelöste Deckzellenhäutchen bei 310facher Vergr.

Fig. 7. Silberbilder von den Deckzellen aus den Kapsellymphgefässen desselben Thieres, in Glycerin eingeschlossen. A in situ; B u. C abgelöste Häutchen. Bei B sind die Kerne durch Silber gebräunt, während die Oberfläche des übrigen Zellenkörpers sonst vollkommen frei von einem Niederschlage ist. Vergr. 1 : 310.

Fig. 8. Deckzellen von der der Bauchhöhle zugekehrten Fläche der Milzhülle des Ochsen; auch hier sind die Kerne durch Silber gebräunt. Vergr. 1:310.

Fig. 9. Injicirtes Balkenwerk. a Trabekel; b Lymphbahnen in denselben; c Milzgewebe; d Uebergang der Injectionsmasse aus jenen in dieses; e Andeutung der kleinen Venen. Vergr. 1:80.

Fig. 10. A, B, C. Einmündung der theils uninjicirten Trabecularbahnen (a) in die Kapsellymphgefässe (b), welche in dem lockeren Bindegewebe (c) zwischen Tunica serosa (d) und Tunica propria (e) verlaufen; f das Milzgewebe. Vergr. 1:80.

Fig. 11. Ein Balken auf dem Längsschnitt. a die Hauptlymphbahn; b kleinere Spalträume zwischen den Muskelzellenbündeln. Die schwarzen Punkte deuten goldgelbes und braungelbes Pigment an.

Fig. 12. Desgleichen auf dem Querschnitt, bei A zur Hälfte, bei B ganz dargestellt. a die Hauptlymphbahn, in welche kleinere Bahnen von der Peripherie einmünden; b ein aus dem Milzgewebe kommender Spalt; c (bei A) das Milzgewebe. Die schwarzen Körner stellen gelbbraunes Pigment dar.

Ein Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues und der Entwicklungsgeschichte der Nebennieren.

Von

Albert von Brunn.

Hierzu Tafel XXVII u. XXVIII.

I.

Die Literatur über die Structurverhältnisse der Nebennieren ist sehr reichhaltig. Sie ist mit grosser Ausführlichkeit von J. Arnold in seiner Abhandlung: „Ein Beitrag zur feineren Structur und dem Chemismus der Nebennieren“ (Virchow's Archiv Bd. 35) gegeben, so dass ich sie übergehen und auf die genannte Arbeit verweisen kann. Nach Arnold ist noch eine Arbeit von Grandry (Robin's Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1867) erschienen. Da dieselbe indessen nichts wesentlich Neues bringt, so werde ich ihrer nur an einigen bezüglichen Stellen Erwähnung thun und kann mich jetzt darauf beschränken, die Ansichten Arnold's und die der neueren Handbücher kurz anzuführen, indem ich, wie schon erwähnt, für die ältere Literatur auf die Arnold'sche Arbeit verweise.

Arnold unterscheidet an der Rinde der Nebennieren, von Aussen nach Innen gehend, drei Schichten, eine Zona glomerulosa, fasciculata und reticularis. In der ersteren sind die Parenchymkörper in rundlichen und länglichen Haufen, in der zweiten in radiär gestellten Strängen angeordnet, während sie in der innersten Schicht einzeln liegen. In der Marksubstanz liegen die Zellen in rundlichen und länglichen kurzen Strängen, mitunter, besonders nach dem Centrum des Organes zu, mehr vereinzelt. Die Parenchymkörper der Rinde sind membranlose grosse Zellen mit

deutlichen Kernen; ihr Protoplasma ist von vielen dunklen Körnern durchsetzt. Die Zellen der Marksubstanz zeigen ähnlichen Charakter, unterscheiden sich aber von denen der Rindensubstanz hauptsächlich dadurch, dass ihr Protoplasma hell feinkörnig ist.

Was das Gerüst der Nebennieren sowie das Verhältniss der Parenchymkörper zu demselben und zu einander betrifft, so kommt Arnold zu dem Schlusse, dass die Nebennieren keine mit Zellen gefüllten Schläuche enthalten, sondern dass jede Zelle einzeln im Bindegewebe eingebettet liege. Die Grundpfeiler des bindegewebigen Gerüstes sind mächtige Bindegewebsbalken, die sich von der Kapsel her nach dem Inneren des Organes in radiärer Richtung hineinziehen. Diese starken Balken sind nahe der Kapsel durch querverlaufende Bindegewebsbündel verbunden: dadurch entstehen rundliche Hohlräume, welche wiederum von einem feinen bindegewebigen Maschenwerk durchsetzt sind, derart, dass jede Zelle in einer besonderen Masche liegt. Die Zeichnung der Zona fasciculata kommt dadurch zu Stande, dass die radiären Bindegewebsbalken nur durch ein sehr zartes Reticulum von Bindegewebsfasern mit einander verbunden sind, in dessen Maschen wieder die Parenchymzellen liegen und welches so fein ist, dass in jeder Masche nur eine einzige Zelle Platz findet. Die Zona reticularis verdankt ihr Ansehen der Auflösung der mehrfach erwähnten radiären Bindegewebsbalken in ein gleichmässiges Bindegewebsnetz, das die einzeln liegenden Zellen umspinnt.

Die Marksubstanz verdankt ebenfalls der Anordnung des Bindegewebes ihre Structur, indem dasselbe in den peripherischen Theilen grössere Hohlräume frei lässt, in den centralen dagegen nur kleinere Höhlen bildet.

Wesentlich derselben Ansicht ist Kölliker. Er fand jedoch noch, dass in der Pferdenebenniere und ähnlich auch in der des Menschen die Zellenstränge der Rinde nicht cylindrische, sondern meist breite, nach der Fläche gebogene, rinnenförmige sind, wohl auch die Form eines Cylindermantels haben. Er beschreibt ferner in der Rinde vereinzelt vorkommende, mit Fettkörnern angefüllte schlauchartige Gebilde, die er als aus einer Zelle durch Fettansammlung hervorgegangene Dinge, also als Aequivalent einer Zelle, betrachtet. Frey spricht sich ähnlich aus. Henle sagt, die verfetteten Rindenzellen lägen fast ausnahmslos in Schläuchen, während die nicht verfetteten frei im Bindegewebe lägen, und nur ganz

ausnahmsweise zu mehreren in einem structurlosen Schlauche zu liegen schienen.

Dies sind in der Kürze die neuerdings ausgesprochenen Ansichten. Ich will jetzt meine Beobachtungen zunächst über die Structur der Rindensubstanz mittheilen.

Was das Verhalten des bindegewebigen Gerüstes betrifft, so kann ich betreffs der beiden inneren Schichten für die Nebennieren der meisten von mir untersuchten Thiere Arnold nur vollkommen beistimmen. Ich habe besonders schön an ausgepinselten oder längere Zeit mit Alkohol geschüttelten Präparaten aus der mittleren Rindenschicht der Pferdenebenniere — die überhaupt als passendstes Object zum Studium der Verhältnisse dieses Organs nicht genug empfohlen werden kann — gesehen, dass die Zellenstränge dieser Schicht von einem feinen Reticulum durchzogen sind, dessen Maschen nur je eine Zelle beherbergen und diese korbartig umhüllen. Zur Veranschaulichung dieses Verhältnisses diene Fig. 1.

Etwas anders scheint sich in dieser Beziehung die Nebenniere mancher anderen Geschöpfe zu verhalten, z. B. die des Menschen, bei der es mir nicht gelingen wollte, nachzuweisen, dass jede Zelle ihren besonderen Korb hat. Es scheint, dass hier, wie das auch Kölliker und Eberth angeben, mitunter mehrere Zellen in einer Masche des Bindegewebes liegen. Wirkliche mit Zellen gefüllte Schläuche mit einer Membrana propria habe ich nie finden können, wohl aber die von Kölliker beschriebenen und abgebildeten Convolute von Fetttröpfchen, in denen man keine Zellengränzen mehr erkennen kann und die von einer homogenen Membran umhüllt zu sein scheinen. Hinsichtlich ihrer muthmasslichen Natur, dass sie nämlich als eine durch excessive Fettansammlung bedeutend ausgedehnte Zelle anzusehen seien, stimme ich Kölliker bei, um so mehr, als ich öfter beobachtet habe, dass die noch unveränderten angrenzenden Rindenstränge durch diese Massen bogenförmig nach der Seite gedrängt waren. Für diese Entstehung spricht ausserdem noch die Thatsache, dass man solche Schläuche in den Nebennieren des Fötus und Neugeborenen vergebens sucht, sondern sie erst im späteren Alter zu Beobachtung gelangen. Was Henle's Ansicht betrifft, so möchte ich Arnold beistimmen, welcher glaubt, dass Henle als structurlose Schlauchmembranen die die Zellenmassen umspinnenden Capillargefässwände anspreche, ein Verhältniss, auf welches ich später bei der Besprechung der Gefässe zurückkommen werde.

In der Zona reticularis habe ich das Verhältniss des Bindegewebes zu den Zellen ganz so gefunden, wie es Arnold und Andere schildern.

Die Parenchymzellen der mittleren Rindenschicht zeigen die allerverschiedensten Formen. Sie sind bald rundlich, bald länglich, bald polygonal, bald sternförmig, ihre Form richtet sich ganz und gar nach der Form der sie umhüllenden Bindegewebsmasche. In ihr Protoplasma sind, je weiter nach der Peripherie, desto mehr hellglänzende runde Körner eingelagert, oft in so grosser Menge, dass es schwer hält, den Kern zu erkennen. Diese Körner finden sich bei neugeborenen Thieren nicht, auch sie treten ebenso wie das Fett erst später auf. Sie färben sich in Osmiumsäure nicht schwarz, sie lösen sich in mit Essigsäure angesäuertem Aether nicht auf — das letztere führt auch Grandry an — selbst nicht nach 18—24 stündiger Einwirkung, sie sind also kein Fett. Welcher Natur sie seien, weiss ich nicht anzugeben. Sie sind von den in den Köllikerschen Schläuchen gelegenen Fetttropfen durch diese Reactionen leicht zu unterscheiden.

Die Zellen der Zona reticularis enthalten solche Körner nicht, ebensowenig die des inneren Theils der Zona fasciculata; dieselben bestehen vielmehr aus einem hellen, feinkörnigen Protoplasma mit klaren runden Kernen. Eine grössere oder geringere Anzahl derselben erscheint mit feinen braunen Pigmentkörnchen erfüllt, welche besonders deutlich an Tinctionspräparaten hervortreten, wo sie von der Farbe der Zellen und Kerne stark abstechen. Bei einzelnen Thieren sind fast alle Zellen mit dem gelben Pigment imprägnirt. Besonders auffällig zeigte sich das bei der Nebenniere eines jungen Löwen von der Grösse eines Wolfshundes, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte: sämmtliche Zellen der Zona reticularis und fasciculata sahen wie gelb bestäubt aus.

Während die von Arnold sogen. Zona reticularis und fasciculata bei allen Thieren, deren Nebennieren ich zu untersuchen Gelegenheit hatte (Mensch, Pferd, Hund, Löwe, Meerschweinchen, Ratte), wesentlich dieselben morphologischen Bestandtheile in nahezu derselben Anordnung zeigen, ist, wie das auch Kölliker, Eberth, Frey angeben, der Bau der der Kapsel zunächst gelegenen Schicht — Arnold's Zona glomerulosa — bei einigen der genannten Thiere durchaus verschieden von dem bei den anderen. Während nämlich die Arnold'sche Anordnung beim Menschen, Löwen, Meer-

schweinchen, der Ratte sich zeigt und die von Arnold beschriebenen Eigenthümlichkeiten besitzt, gehen die Zellstränge der Zona fasciculata beim Pferd und Hund direct bis zur Kapsel, in einiger Entfernung von dieser jedoch ändert sich ihr Charakter. Die oben erwähnte, von Kölliker zuerst beschriebene Rinnenform der Stränge tritt immer deutlicher hervor, und auch der Charakter der Zellen erfährt eine bemerkenswerthe Aenderung. Die Zellen werden lang und schmal und stehen mit ihrer Axe senkrecht zur Richtung des Stranges. Bei oberflächlicher Beobachtung scheinen die Stränge aus Cylinderzellen zu bestehen, wie sie auch von Eberth bezeichnet werden, während Kölliker sagt, sie sähen Cylinderepithelzellen täuschend ähnlich. An hinreichend dünnen tingirten Schnitten bemerkt man indessen bald, dass diese Zellen nicht cylindrisch, sondern spindelförmig sind, was besonders deutlich hervortritt, wenn man einen Theil der Zellen durch Schütteln entfernt hat. Dann bemerkt man auch, dass diese Zellen gegen das umhüllende Bindegewebe (wofern sie nicht durch die Präparation losgerissen sind) nur höchst unvollkommen abgesetzt sind. Ihre wirkliche Form und ihr Verhältniss zur Umgebung wird aber erst klar, wenn man aus dem völlig frischen Organ des Pferdes Schnitte fertigt und aus denselben durch Schütteln mit Kochsalzlösung einen Theil der Zellen entfernt (s. Fig. 2, a). Dann sieht man, dass die Zellen einen spindelförmigen Leib und einen oder zwei lange Ausläufer haben. Die mit zwei oder drei Kernkörperchen versehenen ovalen Kerne liegen an der dicksten Stelle des Zellenleibes; sie sind an frischen Präparaten oft schwer zu sehen, treten aber bei Zusatz von Essigsäure sofort deutlich hervor. Im Zellprotoplasma liegen grössere und kleinere kugelrunde, sehr stark lichtbrechende Körner in grosser Zahl, welche dieselben negativen Reactionen geben, wie sie von den in den Zellen der Zona fasciculata beobachteten Körnern besprochen wurden. Die Zellen besitzen keine nachweisbare Membran.

Die Ausläufer dieser spindelförmigen Gebilde zeigen keine Körnung, auch nicht die feinkörnige Trübung des Protoplasmas, sie sind homogen wie Bindegewebsfibrillen. Sie verlaufen grade oder geschlängelt nach der Wand ihres Wohnraumes zu und verfilzen sich spurlos in den Bindegewebsfasern derselben: die Zellen hangen vermittelst dieser Ausläufer mit dem Bindegewebe der Umgebung zusammen. Die Art, wie dies geschieht, ist

verschieden, je nachdem die Zellen einen oder zwei Schwänze besitzen. Während im letzteren Falle jeder der beiden Ausläufer im Bindegewebe haftet, so dass der Zellenkörper die Mitte des dadurch von einer Wand zur anderen gespannten Fadens einnimmt, haften die einschwänzigen nur mit dem einen Ausläufer im Bindegewebe der entsprechenden Seite, während sie sich auf der anderen mit breiter Basis an dasselbe anlehnen. Ein Lumen in diesen Zellsträngen existirt nirgends, da alle Zellen, resp. ihre Ausläufer, durch die ganze Weite der Höhlung hindurchgehen.

Ganz ähnlich wie beim Pferde verhalten sich diese Partieen beim Hunde. Die von Eberth auch als Cylinderzellen bezeichneten Gebilde erweisen sich auch als mit dem Bindegewebe zusammenhangende Spindeln, welche dieselben Eigenthümlichkeiten haben, wie die des Pferdes, nur etwas plumperer Gestalt sind. Von mit Epithel ausgekleideten Blasen, wie sie Grandry beschreibt und abbildet, oder gar von leeren Schläuchen, aus denen das Epithel herausgefallen sein soll, habe ich nichts bemerken können. Ich möchte fast glauben, Grandry hat die ganzen Zellenhaufen der äussersten Rindenschicht für leere Schläuche gehalten: denn seine Zeichnung entspricht diesen im frischen Zustande, wo man die Zellen nicht von einander abgesetzt, sondern nur durch die streifenartig angeordneten Körner im Protoplasma angedeutet sieht. Hätte er an Tinctionspräparaten diese leeren Schläuche gesucht, so würde er sie wohl kaum wiedergefunden haben.

Diese Aggregate von mit dem Bindegewebe zusammenhangenden Spindelzellen gehen unmittelbar in die Zellenreihen der mittleren Rindenschicht — Arnold's Zona fasciculata — über (s. Fig. 3). Die Spindeln werden allmählig kürzer und dicker, vom umgebenden Bindegewebe kommen Fasern, welche zwischen die kürzer werdenden Zellen hineingreifen. Die Zellen werden ganz allmählig zu den oben beschriebenen der Zona fasciculata, während sich ebenso allmählig ein Bindegewebsnetz zwischen sie hineinzieht und jede einzelne in einen bindegewebigen Korb einhüllt.

Die sich nach Henle's Entdeckung in Lösungen von Chromsäureverbindungen braunfärbende, wegen ihrer Lage im Centrum des Organes bei den Säugethieren Marksubstanz genannte Masse ist bei manchen Thieren (Pferd, Meerschweinchen, Ratte) scharf abgesetzt gegen die Rindensubstanz. Bei anderen (Mensch, Löwe) ist diese Grenze nicht deutlich, indem diese Substanz zwar im Cen-

trum des Organes liegt, aber an der Grenze der Rinden- und Marksubstanz eine Zone existirt, wo beide Zellenarten gemischt vorkommen. Bei noch anderen (Hund) ziehen sich strangförmige Conglomerate dieser Zellen an den direct von der Kapsel zum Mark oder umgekehrt gehenden Gefässen entlang bis zur Oberfläche des Organes.

Die Form der Elemente der Marksubstanz tritt nur nach Behandlung mit einigen Reagentien — Chromsäure, Müller'scher Flüssigkeit, 5proc. Lösung von schwefelsaurem Nickeloxydul — deutlich hervor. Sie sind sehr vielgestaltig: cylindrisch, rundlich, länglich, polygonal, meist mit kurzen Ausläufern versehen, die ich jedoch nie bis in das Bindegewebe habe verfolgen können. Das Protoplasma ist feinkörnig, nie mit den grossen Körnern der Rindensubstanz durchsetzt. Eine Zellmembran existirt nicht, wie man das an frischen Zerzupfungspräparaten sieht, wo die runden glänzenden Kerne von einer nicht deutlich abgesetzten körnigen Masse umgeben erscheinen. Die Färbung durch Chromsäure ist bei verschiedenen Thieren verschieden stark: dunkelbraun besonders beim Pferd, nur hellbräunlich beim Menschen. Die Kerne nehmen an dieser Färbung keinen Antheil, sie treten vielmehr durch ihre Helligkeit stets hervor. Worauf die besprochene Färbung durch Chromsäure beruht, ist bis jetzt nicht zu sagen. Sie muss ihren Grund in dem Vorhandensein eines Stoffes haben, der gerade zum Chrom eine besondere Verwandtschaft besitzt. Sie kann auf keiner einfachen Reduction beruhen, was ich daraus schliesse, dass die Lösungen von Verbindungen der mit dem Chrom chemisch verwandten Metalle, des Eisens, Nickels, Kobalts, Urans, Wolframs, keine irgendwie entsprechende Färbung hervorrufen. Dieser das Chrom anziehende Stoff muss sehr leicht in Alkohol löslich oder durch denselben veränderlich sein, denn eine kurze Einwirkung desselben von 10—15 Minuten genügt, um die Chromfärbung vollständig zu vereiteln.

Die Markzellen erscheinen bei den Säugethieren zum Theil in Haufen und Streifen angeordnet, deren Form durch die Anordnung des bindegewebigen Gerüstes und der Gefässe bedingt ist. Diese Haufen sind rundlich oder länglich, bei manchen Thieren mit ihrer Längsaxe vorwiegend senkrecht zur Oberfläche des Organes gestellt, bei anderen parallel derselben. Von dem umgrenzenden Bindegewebe zieht sich ein Maschenwerk feiner Fasern zwischen sie hinein, das indessen lange nicht so dicht ist, wie in der Rindensubstanz der

Pferdenebenniere, so dass wohl mehrere Zellen neben einander in einer Masche liegen mögen. Die Stellung der Zellen ist bei den Säugethieren meist mit dem längsten Durchmesser senkrecht zum Längsdurchmesser des Stranges, den sie in vielen Fällen in seiner ganzen Breite durchsetzen, so dass jede Zelle von der einen Wand des bindegewebigen Hohlraumes zur anderen reicht. Oft umgeben die Stränge kranzförmig die Gefässe, ein Verhältniss, von dem ich später noch ausführlich zu reden habe. Während der grösste Theil der Zellen in solchen Haufen angeordnet ist, liegen viele, besonders nach dem Centrum zu, vereinzelt im Bindegewebe, überall von diesem umschlossen.

Eine sehr wesentlich vom Baue der Nebenniere der Säugethiere abweichende Structur zeigt bekanntlich die Nebenniere der Vögel, — ich bespreche nur den Bau des Organes der Taube, das ich allein untersucht habe (s. Fig. 4). Man findet hier eine vollständige Vermischung der in Chromsäure sich braunfärbenden Substanz mit der anderen. Diese sogen. Rindensubstanz ist in Strängen, die ungeordnet, etwa wie die Tubuli contorti der Niere, erscheinen, gleichmässig durch das ganze Organ verbreitet, während die braun gefärbte Substanz in den zwischen diesen Strängen freibleibenden Räumen liegt, ebenso durch das ganze Organ verbreitet, so dass also die Bezeichnung als Rinden- und Marksubstanz hier nichts weniger als dem Sachverhalt entsprechend ist; doch aber wollen wir sie der Kürze wegen beibehalten.

Die Zellstränge der Rindensubstanz bestehen hier durchweg aus ähnlichen Elementen, wie in der äussersten Rindenschicht bei Hund und Pferd. Der Zusammenhang der Spindelzellen mit dem Bindegewebe ist hier eben so leicht zu constatiren, wie dort (s. Fig. 2, b). Die Spindelform ist mitunter nicht so scharf ausgeprägt; man findet viele mehr kolbige Zellen mit langen Ausläufern. Das Verhältniss der Zellen zu den Wandungen der Räume ist aber ganz dasselbe, wie bei jenen Säugethieren. Eine Membran um die schlauchförmigen Zellstränge existirt auch hier nirgends; ebensowenig ein Lumen.

Die Markzellen liegen auch hier meist zu mehreren zusammen in Bindegewebsmaschen in dem sich zwischen den Rindensträngen hinziehenden interstitiellen Gewebe. Die Längsaxe sowohl der Markzellenconglomerate wie der einzelnen Zellen geht parallel zum Zuge des Bindegewebes.

Soviel über die sogen. Drüsenelemente der Nebennieren und ihre Anordnung.

Aus den Umständen nun, dass 1. die Zellen der äussersten Schicht der Rindensubstanz in der Nebenniere des Pferdes und Hundes — und gewiss noch vieler anderer Säugethiere — dass bei den Vögeln alle gegen Chrom indifferenten Zellen die beschriebene spindelförmige Gestalt mit langen Ausläufern haben, eine Gestalt, die bei epithelialen Gebilden nicht beobachtet wird; sowie 2. daraus, dass diese Ausläufer direct in das Bindegewebe der Umgebung gehen und sich spurlos in demselben verlieren, folgere ich, dass diese Zellen bindegewebiger Natur sind, dass sie als modificirte Bindegewebszellen zu betrachten sind. Daraus aber, dass diese Zellen beim Hund und Pferd allmählig sich in die der mittleren Rindenschicht umwandeln und diese wieder ganz dieselben sind, wie die der innersten Rindenzone, glaube ich schliessen zu dürfen, dass kein principieller Unterschied zwischen den Zellen dieser und jener Schicht besteht, dass auch die Zellen der Zona fasciculata und reticularis, dass also alle Rindenzellen bindegewebiger Abstammung, bindegewebiger Natur sind.

Für die bindegewebige Natur der Markzellen lassen sich keine so klaren Belege geben, wenn dieselbe auch namentlich durch das oft zu beobachtende ganz vereinzelte Vorkommen dieser Gebilde mitten im Bindegewebe zum mindesten sehr wahrscheinlich ist.

Gefässe der Nebennieren. Ueber den Verlauf der Gefässe in der Nebenniere sagt Arnold: „Die zu der Oberfläche der Nebenniere tretenden und unter der Kapsel in Form beschränkter Gefässbezirke angeordneten arteriellen Gefässe bilden in der Zona glomerulosa Knäuel. Aus diesen gehen ziemlich weite Gefässschläuche hervor, welche die Zona fasciculata in rediärer Richtung durchsetzen und in gleichmässigen Abständen verlaufen. Durch vielfache Theilung und Verbindung dieser Gefässe wird in der Zona reticularis ein sehr enges Gefässnetz gebildet. Die Gefässe der Marksubstanz entspringen aus dem Gefässnetz der Zona reticularis als feine venöse Wurzeln, welche zunächst parallel der Oberfläche der Nebenniere verlaufen, dann gegen die Centralvene ziehen. Zwischen den venösen Gefässen sind sinuöse Räume eingeschaltet, welche, wie die Gefässe, eine homogene und sehr zarte Wand besitzen.“

Henle, Frey, Kölliker und Eberth sind ungefähr dersel-

ben Ansicht, nur bemerken die beiden Letzteren, dass sie die von Arnold beschriebenen Gefässknäuel in der äussersten Rindenschicht nicht gesehen haben.

Die vielen Arterien, die in die Nebennierenkapsel eintreten, theilen sich dort, wie das schon oft beschrieben worden ist, in viele Aeste; einige derselben gehen direct radiär durch die Rinde hindurch zum Mark; der bei weitem grösste Theil aber löst sich schon in der Kapsel in ein feines Netz auf, dessen Gefässe in den starken Bindegewebsbalken zum Parenchym des Organes treten. Bei den Thieren, bei denen eine Zona glomerulosa vorhanden ist, umspinnen sie als dichtes Netz die Zellenhaufen; zwischen die Zellen derselben habe ich sie aber nicht eintreten sehen.

Wo keine Zona glomerulosa vorhanden ist, also beim Pferde und Hunde, umspinnen sie die Spindelzellenstränge als ganz ausserordentlich dichtes Geflecht. Auf Längsschnitten sieht man sie diese Stränge arcadenförmig umgeben, so dass sich die auf beiden Seiten hingehenden Gefässe im Bogen vereinigen. Die Zahl der parallel zur Richtung der Stränge laufenden Gefässe muss eine sehr grosse sein, da man fast nie einen solchen Strang ohne solche Begleitgefässe sieht; noch zahlreicher aber sind ihre Queranastomosen: denn auf parallel zur Oberfläche angelegten Schnitten findet man factisch nie einen Durchschnitt eines Zellenstranges, der nicht allseitig von der Injectionsmasse umgeben wäre (Fig. 5). Diese Gefässe sind eng, vom Durchmesser der Capillaren. Sie sammeln sich zu stärkeren Röhren und senken sich in die Zona fasciculata hinab, in der sie ganz in der von Arnold beschriebenen Weise verlaufen. Auf Längsschnitten sieht man zu jeder Seite eines Zellenstranges ein Gefäss hingehen, das den grössten Theil des Bindegebsbalkens einnimmt. Diese Gefässe anastomosiren ebenfalls häufig mit einander, wie Flächenschnitte zeigen. Den Verlauf der Gefässe in der Zona reticularis habe ich im Ganzen so wie Arnold gefunden, nur muss ich bemerken, dass sich Erweiterungen dieser schon ziemlich weiten Gefässe zu mächtigen sinuösen Räumen schon in dieser Zone bei vielen Thieren, besonders dem Pferde, der Ratte (s. Fig. 6), sehr oft vorfinden. Diese Blutbahnen sind an einzelnen Stellen so weit, ihre Anastomosen so zahlreich, dass es scheint, als habe man einen grossen Hohlraum vor sich, der nur von mit Gefässintima bekleideten Bindegewebsbalken, in welche Parenchymzellen eingesprengt seien, durchzogen sei.

Betreffend den Verlauf der Gefässe des Marks stimme ich Arnold ebenfalls bei, glaube aber, dass er die Häufigkeit der colossal weiten Blutlacunen lange nicht genug hervorgehoben hat (s. Fig. 6).

In der Nebenniere der Vögel ist der Verlauf natürlich ein völlig anderer: die Arterien treten zur Kapsel, verzweigen sich in ihr und treten in das Organ ein. Beim Eintritt sind sie am schwächsten. Sie verlaufen dann geschlängelt zwischen den Zellensträngen hin, diese wie auch die zwischen denselben liegenden Markzellenhaufen eng umstrickend. Je weiter nach dem Centrum hin werden sie immer weiter und weiter und ergiessen sich dort in die mächtige Centralvene.

Und jetzt komme ich zur Beantwortung der wichtigen Frage: Wie sind die Wandungen der Blutgefässe beschaffen und wie verhalten sie sich zu den Parenchymzellen? Da sieht man denn bei genauer Beobachtung, dass, ausgenommen die Centralvene und die stärksten in sie einmündenden Venen, sowie natürlich die direct von der Kapsel in's Mark dringenden und dort sich verästelnden Arterien, dass, ausgenommsn diese Gefässe, die Wandungen aller Gefässe der Nebenniere nur aus einer Intima bestehen, welcher ein lockeres, adventitielles Bindegewebe aufliegt, in dessen Maschen die Parenchymkörper ruhen. Gehen wir bei der Betrachtung dieser Verhältnisse wieder von der Peripherie des Organes nach dem Centrum zu.

Ueber die Beschaffenheit der Gefässwände und ihr Verhältniss zu den Parenchymzellen in der äussersten Rindenschicht beim Pferde wird man sich nur an Injectionspräparaten klar, da die starken Bindegewebsbalken sonst zu sehr stören. An Injectionspräparaten aber sieht man, dass die Injectionsmasse nur durch eine schmale homogene Schicht von den Zellen getrennt ist. Die Gefässwände bestehen nur aus einer Intima, welcher auf der den Zellen zugewandten Seite nur ein sehr sparsames Bindegewebe aufliegt, in welchem sich die Schwänze der Spindelzellen verfilzen. Dies Bindegewebe ist so zart, dass man es an Injectionspräparaten nur als eine Verdickung der Intima bemerkt; von seiner Existenz überzeugt man sich eben nur an frischen Schüttelpräparaten. Die Verfilzung der Zellenausläufer ist, wie bereits früher gesagt wurde, eine sehr intime, so dass, wenn man dies Bindegewebe, wie man es doch thun muss, als Adventitia der Gefässe auffasst, man nicht umhin kann, die Spindelzellen als zu diesem adventitiellen Binde-

gewebe gehörig zu betrachten, sie als modificirte Adventitiazellen anzusprechen.

Dasselbe Verhältniss zeigt sich aber noch klarer als in der besprochenen Schicht in der Zona fasciculata: hier liegen die Zellen unmittelbar auf der Intima auf, von dem sie umhüllenden Bindegewebe sieht man an Schnitten, die nicht ausgepinselt sind, gar nichts. Das Verhältniss ist ganz dasselbe geblieben, nur die Form der Parenchymkörper hat sich geändert. Am besten studirt man dies Verhältniss an den Nebennieren älterer Embryonen und neugeborener Thiere; auch die Nebennieren mancher erwachsenen Thiere, z. B. der Ratte, eignen sich gut dazu (s. Fig. 6). Und zwar geben die klarsten und am leichtesten übersichtlichen Präparate nicht injicirte Nebennieren, die man in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet hat, weil bei dieser Methode die Blutkörper in den Gefässen erhalten und diese dadurch als solche charakterisirt werden.

Nach einem Präparat aus der Nebenniere eines fünfmonatlichen menschlichen Fötus ist Fig. 7 gezeichnet; das Bild ist der Zona fasciculata entnommen, einer Erläuterung bedarf es nach dem Gesagten nicht. Ganz ebenso ist's in der Zona reticularis, nur liegen die Zellen weiter von einander entfernt, so dass man das zwischen ihnen gelegene Bindegewebe sieht; am alleraugenfälligsten aber ist das Verhältniss der Markzellen zu den Blutgefässen. Man werfe einen Blick auf Fig. 8. Da sieht man mächtige Blutlacunen wohl von dem halben Durchmesser der Centralvene, und diese colossalen Bluträume haben als Wand nur ein Endothel mit zarten, länglichen, sich gut färbenden Kernen. Und unmittelbar auf diesem Endothel, auf dieser Intima, sitzen die braunen Parenchymzellen auf, mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Axe des Gefässes gestellt, das Lumen gleich einem Strahlenkranze umgebend. Angesichts solcher Bilder kann man sich des Gedankens nicht erwehren: hier sind die Parenchymzellen nach dem Verlauf der Gefässe angeordnet, sie gehören zu den Gefässen, sie bilden einen Theil der Gefässwandung. Auch hier ist es nicht möglich, das Bindegewebe zu bemerken, in dessen Maschen diese Zellen liegen; dass es aber vorhanden ist, zeigen ausgepinselte Präparate. Diese Lacunen kommen in ihrem Verhältniss zu den Parenchymzellen am besten, besser als an Injectionspräparaten, zur Anschauung an tingirten Chromsäurepräparaten, wo sich die gefärbten Intimakerne prächtig gegen die braunen Markzellen

abheben. Dass es wirklich Bluträume sind, beweisen die Blutkörper, die man oft in ihnen liegen sieht.

Ausser diesen weiten Blutbahnen und den ebenfalls nur mit einer Intima versehenen zahlreichen Venen, deren Ausbuchtungen diese Lacunen bilden, Venen, deren Endothel in demselben Verhältniss zu den Parenchymzellen steht, wie das jener Lacunen, finden sich nun im Mark die Verästelungen der direct in dasselbe eindringenden Arterien, deren Durchschnitte in Fig. 8 auch sichtbar sind. Sie stehen in keinem näheren Verhältniss zu den Parenchymkörpern und mögen wohl dazu bestimmt sein, diesen sonst nur von Venenblut durchflossenen Geweben den nöthigen Sauerstoff zuzuführen. Die weiten Gefässe der Vogelnebenniere zeigen dieselbe zarte Wandung. Sie umstricken die Rindenzellenstränge als dichtes Netz und die Spindelzellen desselben sitzen direct auf der Intima auf. Sie umstricken aber auch die zwischen jenen Strängen liegenden Markzellenmassen und stehen zu ihnen in demselben Verhältniss.

Die aus dem Gesagten hervorgehende Auffassung der Parenchymzellen der Nebenniere als zur Adventitia der Gefässe gehöriger Zellen scheint sehr eigenthümlich und gewagt wegen ihrer von sonstigen Adventitiazellen so ganz und gar verschiedenen Gestalt und wegen der Neuheit einer solchen Auffassung. Indessen verliert diese Auffassung einen Theil ihrer scheinbaren Kühnheit, wenn man sich einen pathologischen Prozess in's Gedächtniss ruft: ich meine das Fortkriechen der Sarcome in der Adventitia der Blutgefässe, die sarcomatöse Entartung der Adventitiazellen, wie man sie mitunter an melanotischen Gehirnsarcomen beobachten kann. Auch hier nehmen die Zellen einen vom Typus der Bindegewebszelle so ganz verschiedenen Charakter an: aus den spindelförmigen zarten Adventitiazellen werden grosse runde Sarcomzellen.

Was nun den Charakter der Gefässe der Nebenniere betrifft, so glaube ich, dass, ausgenommen natürlich wieder die direct nach Innen dringenden Arterien, alle Gefässe der Nebenniere als capillare oder venöse aufzufassen sind. Und zwar haben die Structur der Capillaren alle diese Gefässe, den Durchmesser derselben aber nur diejenigen, welche die Zellenaggregate der äussersten Rindenschicht umspinnen. Ein Theil der blutzuführenden Arterien löst sich bereits in der Kapsel in Capillaren auf, während der andere Theil sich erst unter derselben und in der äussersten Rindenschicht zu solchen

verzweigt. Die Capillaren beider Theile umspinnen die Zellenaggregate der äussersten Rindenschicht und senken sich dann, zu stärkeren Gefässen vereinigt, bereits als Venen in die Zona fasciculata hinab.

Nerven der Nebenniere. Was die Nerven der Nebenniere betrifft, so habe ich da die Angaben von Holm (Sitzungsberichte der kaiserl. Academie der Wissenschaften. Wien, Bd. 53) im Wesentlichen bestätigen können; ich habe oft, besonders im Mark, viele stärkere und schwächere Nervenstämme und in und neben denselben Ganglienzellen gesehen. Ich muss aber bemerken, dass eine bedeutend grössere Anzahl Ganglienzellen, als im Organ selbst, sich in der Kapsel desselben findet. Denn hier habe ich bei allen von mir untersuchten Thieren eine beträchtliche Anzahl grosser Ganglienknoten, die mitunter auf dem Durchschnitt 20—30 Ganglienzellen zeigten, gefunden. Die im Mark befindlichen Ganglienzellen werden durch Chromsäure nicht gefärbt, sie bleiben hell und färben sich bei nachheriger Tinction: durch diese Reaction sind sie leicht vom Parenchym zu unterscheiden, und möchte ich eben diese Verschiedenheit in der Reaction als einen Beweis principieller Verschiedenheit zwischen beiden Zellarten auffassen. Für eine Verwandtschaft beider spricht ja überhaupt nichts Thatsächliches.

II.

So reichhaltig die Literatur über die Structurverhältnisse der Nebennieren ist, so ärmlich ist sie über ihre Entwickelung. Nur Remak gibt mit einiger Ausführlichkeit einen Abriss ihrer Entwickelungsgeschichte. Und zwar sagt er, die Nebennieren entwickelten sich in der zweiten Brütwoche (beim Hühnchen) aus dem Kopftheil des von ihm so genannten Geschlechtsnerven, dessen erste Spuren am achten Brüttage aufträten. Ihre Zellen hätten anfangs sämmtlich den Charakter von Ganglienzellen; erst später träte unter ihnen eine Scheidung in Rinden- und Marksubstanz auf, indem die peripherisch gelegenen Zellen sich mit Fettkörnchen füllten, die central gelegenen aber ihre ganglióse Natur beibehielten. Diese Anschauung ist in die Handbücher übergegangen, ausser ihr aber findet sich nichts Wichtiges.

Das genaue Studium der Entwickelung der Nebenniere wäre, glaube ich, der Weg, bei dessen Verfolgung man sich versprechen

könnte, einige Anhaltspunkte über die Function dieses bisher so räthselhaften Organs zu bekommen, sicherere, als sie die Untersuchung des Organes erwachsener Thiere zu liefern vermag, viel zuverlässigere, als sie das physiologische Experiment an diesen durch ihre Lage so geschützten Organen liefern kann.

Ich hatte mir vorgenommen, die Entwickelung der Nebennieren genau zu studiren, leider aber standen mir während des Winters nur in Alkohol gehärtete Embryonen aus wenigen Entwickelungsperioden zur Verfügung; und die Hühnereier, mit denen ich Brütversuche anstellen wollte, erwiesen sich um diese Zeit zu diesem Zwecke unbrauchbar. Desshalb kann ich jetzt nur ganz wenige Fragmente aus der Entwickelungsgeschichte dieses Organes geben, behalte mir aber vor, dieselben durch spätere Untersuchungen zu einem Ganzen zu vervollkommnen.

Zunächst erschien es nothwendig, sich an älteren Embryonen über die Lage und Beschaffenheit der Nebennieren zu unterrichten; ich nahm desshalb zuerst die makroskopische Untersuchung eines zwölftägigen und eines achttägigen Hühnerembryo vor. Nach Abtragung der Bauchdecken, sowie der Gedärme und Leber, befestigte ich den Embryo mittelst Igelstacheln auf einer Korkplatte und inspicirte die Gegend der Harn- und Geschlechtsorgane. In der Höhe des oberen Drittels des Wolff'schen Körpers und der hinter demselben gelegenen bereits völlig differenzirten Niere fand sich auf beiden Seiten der Aorta, dicht an ihr anliegend, ein beim achttägigen Embryo etwa mohnkorngrosses Körperchen, beim zwölftägigen etwas grösser. Zerzupfungspräparate zeigten ein sehr zartes bindegewebiges Netzwerk mit eingelagerten strangförmigen Aggregaten von Zellen, deren Form beim achttägigen rundlich war, beim zwölftägigen sich schon etwas der Spindelform näherte. Epitheliale Gebilde zeigten sich darin nirgends, eben so wenig konnte ich Ganglienzellen finden. Die Zellen waren etwas grösser, als die Bindegewebskörperchen, aber bedeutend kleiner, als die Zellen der in der Nähe liegenden Spinalganglien.

Sodann schritt ich zur Herstellung von Querschnitten durch ganze Embryonen und untersuchte diese. Zu diesem Zwecke schmolz ich die grösseren Embryonen in Glycerinleim ein, nachdem ich die Bauchdecken und Eingeweide entfernt hatte, während ich die jüngeren in Rückenmark einklemmte.

Bei Hühnerembryonen vom zwölften Tage fand sich nun zunächst

nach vorn und aussen von der Aorta zwischen ihr und dem oberen Theile des Wolff'schen Körpers jederseits ein Organ unmittelbar auf dem adventitiellen Bindegewebe der Aorta aufliegend, dessen Fasern in dasselbe hineinzugehen schienen; ein Organ aus unregelmässig gelagerten, strangförmigen Gebilden mit zwischenliegendem Bindegewebe bestehend. Die Elemente, aus denen jene strangförmigen Gebilde bestanden, erwiesen sich als identisch mit den oben beschriebenen Zellen, die sich im Zerzupfungspräparate jenes früher gefundenen Körpers fanden; beide Körper waren also dieselben. Der Länge nach ist nun die Lagerung dieser Körper folgende. Untersucht man die durch einen Embryo gelegten Schnitte vom Kopfende anfangend, so findet man zuerst einen solchen Körper genau vor der Aorta; auf tiefer gelegenen Schnitten rückt derselbe nach der Seite, während zugleich vor der Aorta ein gleichartiger Körper sich zeigt, welcher sich dann weiter abwärts auch nach der anderen Seite hinüber zieht.

Das achttägige Hühnchen zeigte fast ganz dieselben Verhältnisse. Nur waren die Nieren noch weniger entwickelt und die eben besprochenen Körper kleiner und noch nicht so weit differenzirt.

Dieser Körper musste die Nebenniere sein: einmal zeigte er dieselbe Structur, wie die Nebenniere erwachsener Vögel, wenn auch die Stränge noch nicht ganz so deutlich und die Spindelform der Zellen nicht so ausgeprägt war; zweitens spricht seine Lage dafür, die ganz der Lage der Nebenniere des erwachsenen Vogels entspricht, einzig mit dem Unterschiede, dass dann die Absetzung von der Aorta eine schärfere ist; drittens fand sich, obwohl ich den ganzen Embryo Schnitt für Schnitt untersuchte, kein anderes Organ, das man für die Nebenniere hätte ansprechen können, und endlich waren alle Organe dieser Sphäre völlig entwickelt, so dass eine Verwechselung kaum möglich war. Verbindungen mit dem Wolff'schen Körper oder der Niere konnte ich nicht entdecken. Stärkere in ihr verlaufende Nerven fand ich nicht, schwache Fasern, die in eigenthümlich gerader Richtung in ihr verlaufen, dürften vielleicht dergleichen sein, doch konnte ich ihre Natur nicht feststellen, weil die Embryonen schon in Alkohol gehärtet waren.

Hundeembryonen, die ungefähr dieselbe Grösse hatten und bei denen die Organe der Bauchhöhle, des Centralnervensystems etc. soweit entwickelt waren, dass man sie als auf einer zwischen dem achten und zwölften Tage des Hühnerembryo stehenden Entwicke-

lungsstufe betrachten konnte, zeigten die Anlage der Nebenniere an derselben Stelle. Die Abbildung Fig. 9 stellt den Durchschnitt eines exenterirten Hundeembryo aus dieser Entwickelungsperiode dar, in der Höhe des oberen Drittels des Wolff'schen Körpers, an einer Stelle, wo man nur die eine Nebenniere genau vor der Aorta sah. Auch hier gelang es mir nicht, eine Verbindung mit den benachbarten Gebilden oder auch nur eine Aehnlichkeit der Zellen des Organs mit Epithelzellen oder Ganglienzellen zu erkennen. Die Zellen sind von rundlicher Form mit deutlichem Kern; etwas grösser als die des Bindegewebes; eine schlauchförmige Anordnung derselben liess sich noch nicht constatiren.

Dadurch, dass man in einem Stadium, wo die Entwickelung der Nebenniere wie die der übrigen Organe bereits so weit vorgeschritten war, keine Verbindungen mit den Nachbarorganen sah, war natürlich noch nicht dargethan, dass solche nicht früher dagewesen seien. Ich schritt desshalb zur Untersuchung jüngerer Embryonen, hatte aber leider nur noch solche vom vierten und fünften Tage zur Verfügung, die ich nun wiederum vom Hals bis zum Schwanz in Schnitte zerlegte und in derselben Reihenfolge untersuchte.

Beim 5tägigen Embryo ist der Wolff'sche Körper stark entwickelt, die Anlage der Nieren besteht in einer beiderseitigen Ansammlung etwas grösserer Zellen seitlich und nach hinten von der Aorta.

Einige Schnitte unterhalb der oberen Grenze des Wolff'schen Körpers findet sich nun an derselben Stelle, an der ich die Anlage der Nebennieren bei älteren Embryonen beobachtet habe, ebenfalls nach vorn und aussen von der Aorta zwischen ihr und der Basis des Wolff'schen Körpers in dem vor der Aorta liegenden Bindegewebe ein Häufchen von Zellen, die sich durch ihre bedeutendere Grösse, wie ihre stärkere Färbung in Carmin deutlich von dem umgebenden Gewebe absetzen. Dieses Blastem, das ich nach seiner Lage und weil die völlig klare Anlage der übrigen Organe vor Verwechselung mit diesen schützt, als die erste Anlage der Nebenniere bezeichnen darf, hat nur eine höchst unbedeutende Längenausdehnung: ich konnte es nur auf höchstens vier Schnitten bemerken. Ich habe, obgleich die Form der Nebennierenzellen weder in späteren Stadien, noch in dieser Zeit die geringste Aehnlichkeit weder mit denen des Wolff'schen Körpers, noch mit den Cylinderzellen des

Darmrohres zeigt, sorgfältig nach etwaigen Verbindungen mit diesen Organen gesucht, aber durchaus keinen Zusammenhang zwischen beiden finden können.

Die Untersuchung des viertägigen Hühnerembryo ergab hinsichtlich der Nebennierenanlage ein negatives Resultat, ich fand diese Anlage noch nicht. Es geht also daraus hervor, dass die Nebennieren zwischen der 96. und 120. Stunde angelegt werden.

Die Untersuchung einiger Hunde- und Kaninchenembryonen lieferte dasselbe Resultat. Solche, bei denen die Entwickelung des Urogenitalapparates auf einer niedrigeren Stufe stand, als die des Hühnchens vom fünften Tage ist, zeigten keine der beschriebenen ähnliche Zellenanhäufung, wogegen einige, bei denen ebenfalls die Nierenanlage in einer Wucherung grösserer Zellen hinten seitlich von der Aorta bestand, vor der Aorta an einer Stelle beiderseitige Blasteme aufwiesen, dicht ober- und unterhalb dieser Stelle nur einfache. Fig. 10 ist einem Querschnitt eines Hundeembryo entnommen, dessen Entwickelungsstufe die des Hühnchens vom fünften Tage ist.

Die Zwischenstufen zwischen dem fünften und achten Tage fehlen mir leider gänzlich.

Endlich untersuchte ich noch einige ältere Kaninchenembryonen von 38 Mm. Länge, welche in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet waren, so dass man die Marksubstanz leicht von der Rindensubstanz trennen konnte, — was bei den übrigen Embryonen nicht möglich war. Die Nebennieren hatten bereits die Grösse eines Stecknadelknopfes und dieselbe Lage, wie bei den übrigen Embryonen.

Besonders auffallend war hier das Verhältniss der beiden Substanzen zu einander. Von oben nach unten gehend bekam ich zuerst Schnitte, auf denen nur die Rindensubstanz zu sehen war; die Zellen zeigten eine deutlich strangförmige Anordnung, rundliche oder polygonale Form und deutliche Kerne; ihr Protoplasma war hell und feinkörnig. Auf tiefer gelegenen Schnitten erschien die braune Marksubstanz wie im erwachsenen Thiere ringsumgeben von Rindensubstanz. Weiter nach unten hin lag die Marksubstanz nach Innen von der anderen, so dass sie hier nicht von jener begrenzt war; sie lag vielmehr hier der Cardinalvene dicht an, von ihr nur durch eine dünne Faserschicht getrennt; starke Gefässe ergossen sich aus ihrem Inneren in die Vene. Endlich noch tiefer gelegene Schnitte zeigten gar keine Rindensubstanz, sondern nur Mark, in

der beschriebenen Weise der Vene anliegend. Frontalschnitte, die ich durch einen Embryo desselben Satzes anlegte, zeigten dasselbe Verhältniss: die Rindensubstanz, mehr in der Nähe der Aorta gelegen, bedeckte die an der Vene gelegene Marksubstanz kappenförmig, etwa wie die Nebenniere des Neugeborenen die Niere bedeckt, so dass der innere untere Theil frei blieb. Die Marksubstanz bestand aus scheinbar noch ungeordnet gelagerten Zellen mit hellem durch die Chromsäure schön gelbbraun gefärbten Protoplasma und deutlichem Kern; ihre Form war meist länglich.

Wenn ich auch diesem Befunde, da er sich nur auf zwei Embryonen bezieht, keine Wichtigkeit beilegen kann, so glaube ich doch daraus schliessen zu dürfen, dass beide Substanzen nicht aus einem und demselben Blastem entstehen und ihre Verschiedenheit im erwachsenen Organ späterer Differenzirung verdanken, sondern dass jede von ihnen einem besonderen Blastem entsprosst, also beide ursprünglich verschiedener Natur sind und erst später in einander hineinwachsen.

Das, was ich durch meine wenigen Untersuchungen an Embryonen in Erfahrung gebracht habe, ist also kurz Folgendes: Die erste Anlage der Nebenniere tritt beim Hühnchen zwischen der 96. und 120. Stunde der Bebrütung auf; die Nebenniere entwickelt sich aus Zellen des mittleren Keimblattes im engsten Zusammenhange mit den Wandungen der grossen Unterleibsgefässe; die beiden Substanzen der Nebenniere entwickeln sich aus besonderen Blastemen: das für die Rindensubstanz liegt der Aorta, das für die Marksubstanz der Cardinalvene näher.

Diese Resultate stehen nun freilich in grellstem Widerspruch mit den von Remak gegebenen, wenn sie auch in der einen wichtigen Hinsicht, die Nebenniere entstamme dem mittleren Keimblatt, dieselben sind. Ich muss aber das Gesagte aufrecht erhalten und werde, wie schon gesagt, dies Thema weiter verfolgen. Hinzufügen will ich nur noch, dass die Beziehung der Nebenniere zum Geschlechtsnerven dadurch höchst unwahrscheinlich wird, dass die Nebennierenanlage bereits am fünften, der Geschlechtsnerv erst am achten Tage auftritt; sowie dass die Annahme einer Differenzirung in Rinde und Mark durch Ansammlung von Fettkörnchen in den peripherisch gelegenen Zellen dadurch den Boden verliert, dass man

in den Nebennieren älterer Embryonen, wo die Substanzen so scharf von einander getrennt sind, wie im erwachsenen Thiere, noch keine mit Körnchen erfüllten Rindenzellen findet.

Demnach glaube ich gezeigt zu haben:

1. Dass die Nebennieren vom mittleren Keimblatt abstammen und dass sich auch noch im Organ des erwachsenen Thieres die bindegewebige Natur der Rindenzellen beweisen, der Markzellen wahrscheinlich machen lässt.

2. Dass der bei weitem grösste Theil ihrer Blutgefässe venöser Natur ist und ihre Beschaffenheit eine derartige, dass der Blutstrom im Inneren des Organs eine bedeutende Verlangsamung erfährt.

3. Dass sämmtliche Parenchymzellen vom Blut umspült werden und von demselben nur durch eine dünne Intima getrennt sind; dass sie sich aus adventitiellen Gefässgebilden entwickeln und sich auch später wie solche verhalten.

Wenn man aus dem Allen eine Hypothese über die muthmassliche physiologische Function der Nebennieren aufstellen darf, so ist es nur die: Das Verhältniss der Zellen zu den Blutgefässen lässt darauf schliessen, dass diese Zellen aus dem Blute irgend einen Bestandtheil aufnehmen, ihn in irgend welcher Weise verändern und dem Blute zurückgeben.

Directe Beweise dafür lassen sich zur Zeit nicht geben. Nur möchte ich der völlig ungegründeten Hypothese, die Nebenniere sei ein ganz oder theilweise nervöses Organ, durch diese auf anatomischen Grundlagen basirenden Erfahrungen entgegentreten.

Den richtigen Platz wird man vielleicht den Nebennieren als venösen Blutgefässdrüsen neben der Carotidendrüse und Steissdrüse als arteriellen Blutgefässdrüsen anweisen.

Herrn Professor Dr. Waldeyer sage ich für die Hülfe mit Rath und That, die er mir bei dieser Untersuchung stets so freundlich bereitwillig angedeihen liess, meinen aufrichtigsten, herzlichsten Dank.

Erklärung der Tafeln XXVII u. XXVIII.

Fig. 1 stellt das feine bindegewebige Maschenwerk der Zona fasciculata der Pferdenebenniere dar, aus dem der grösste Theil der Zellen durch Schütteln entfernt ist. Hartn. $^3/_7$.

Fig. 2 veranschaulicht die Form der Zellen und ihr Verhältniss zum Bindegewebe der Umgebung, — a in der äussersten Schicht der Pferdenebenniere, b in der Nebenniere der Taube. Hartn. $^3/_7$.

Fig. 3. Der Uebergang der Spindelzellen der äussersten Rindenschicht in die Zellen der mittleren Schicht beim Pferd. K Kapsel; Zä Zellen der äussersten Schicht; Zm Zellen der mittleren Schicht. Hartn. $^3/_4$.

Fig. 4. Aus der Nebenniere der Taube. Die in Chromsäure braungefärbten Markstränge M ziehen sich zwischen den Rindensträngen R hin. K Kapsel; G Gefässe; Vc Vena centralis; B Blutgefässe, charakterisirt durch die ovalen rothen Blutkörper a und ausgekleidet nur von einer Intima mit kleinen länglichen Kernen i. Hartn. $^3/_4$.

Fig. 5. Flächenschnitt aus der äussersten Rindenschicht der injicirten Pferdenebenniere. Die Spindelzellenaggregate der äussersten Rindenschicht R überall von injicirten Blutgefässen B umgeben.

Fig. 6. Querschnitt der Nebenniere der Ratte. R Rindensubstanz; M Marksubstanz. In den innersten Rindenpartien und der Marksubstanz sind viele grosse Gefässe sichtbar. Hartn. $^3/_1$.

Fig. 7. Aus der Zona fasciculata der Nebenniere eines fünfmonatlichen menschlichen Fötus stellt das Verhältniss der Parenchymzellen zu den Gefässen dar. R Rindenstränge; B Blutgefässe, gefüllt mit rothen Blutkörpern. Hartn. $^3/_7$.

Fig. 8 zeigt die Durchschnitte zweier venösen Lacunen Vl des Marks. Man sieht die Parenchymzellen M strahlenförmig auf der mit zarten ovalen Kernen versehenen Intima aufsitzen; A Durchschnitte von Arterien. Hartn. $^3/_4$.

Fig, 9. Querschnitt eines exenterirten Hundeembryo auf der ungefähren Entwicklungsstufe des Hühnchens vom 8.—10. Tage. Md Medulla spin.; C Chorda dorsalis; Gf Gefässdurchschnitt; G Ganglien des Sympathicus; V Vena cardinalis; A Aorta; Nn Nebenniere; W Wolff'scher Körper; N Niere; H Hoden. Hartn. $^3/_1$.

Fig. 10. Querschnitt eines Hundeembryo auf der Entwickelungsstufe des fünftägigen Hühnchens. M Mesenterium; sonstige Nomenclatur wie bei Fig. 9. Hartn. $^3/_4$.

Ueber den Bau der rothen Blättchen an den Schwingen des Seidenschwanzes.

Von

Dr. Ludwig Stieda,

Prorector und ausserordentlichem Professor in Dorpat.

Hierzu ein Holzschnitt.

Bekanntlich zeigen die Schwungfedern zweiter Ordnung (Armschwingen) des Seidenschwanzes (Ampelis garrula K. oder Bombicilla garrula) an ihrem äussersten Ende ein kleines scharlachrothes oder korkrothes Blättchen. Dasselbe ist annähernd spatelförmig gestaltet und erscheint als unmittelbare Fortsetzung des Federschafts, speciell des sogen. Dornfortsatzes (Heusinger). Bei genauer Betrachtung ist zu erkennen, dass die vom Körper abgewandte Fläche (nach Heusinger die äussere Fläche) des Blättchens convex und lebhaft glänzend roth erscheint, während die dem Körper zugekehrte Fläche (innere Fläche) eben und matter gefärbt ist.

Die beschriebenen Endblättchen scheinen niemals mikroskopisch untersucht worden zu sein; wenigstens finde ich nirgends eine Notiz darüber, obgleich selbstverständlich in den geläufigen Handbüchern der Zoologie von ihnen die Rede ist. Ich weiss nur zwei Aufzeichnungen anzuführen, in denen etwas mehr von den Blättchen gesprochen wird, als in den Handbüchern der Zoologie. Heusinger (System der Histologie, I. Theil Histographie, Eisenach 1822, p. 212) versucht eine Erklärung und Deutung der Endblättchen zu geben; bei Beschreibung der Federfahne sagt er, dass bei vielen Fahnen die Strahlen sehr nahe stehen, dass die Nebenstrahlen zahnförmig in einander greifen und dadurch die Fahne fast zu einem Stück werde. Weiter heisst es dann: „Dieses Aneinanderdrängen der Strahlen kann endlich so weit gehen, dass sie ganz mit einan-

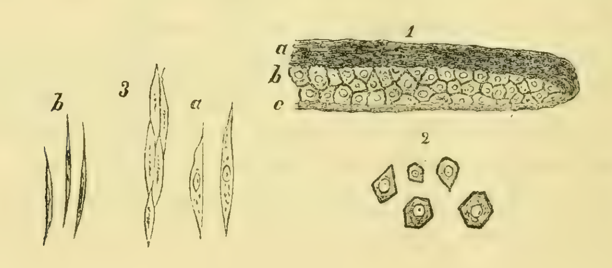
der verwachsen und so die schuppenförmigen Federn bilden, die vorzüglich ausgebildet auf den Flügeln der Pinguine vorkommen. Aehnlich sind die rothen schuppenförmigen Spitzen auf einigen Flügelfedern des Seidenschwanzes, an den Halsfedern des Sonnerat'schen Hahns und der Columba Franoix u. s. w. In allen diesen Federn scheint die Hornsubstanz des Dornfortsatzes und der Strahlen mit einander zu verschmelzen, um diese hornartigen durchscheinenden Schüppchen oder Blättchen zu bilden." Es wird sich in der Folge herausstellen, dass die Ansicht Heusinger's nicht richtig ist.

Eine andere wohl ältere Auffassung, deren ursprüngliche Quelle ich nicht kenne, führt Leydig an (Lehrbuch der Histologie, 1857, p. 99 in der Anmerkung): „Die eigenthümlichen scharlachrothen Blättchen am Ende der 5—7 hinteren Schwanzfedern des Seidenschwanzes dürften auch näher untersucht werden. Nach älteren Mittheilungen wären sie keine Fortsetzung der Federn, sondern nur „Anhängsel aus einer bröckeligen Materie, wie Lack" u. s. w."

Die Federn des Seidenschwanzes haben — abgesehen von ihrer Färbung und den genannten rothen Endblättchen — nichts besonderes. Ich übergehe daher hier das, was den Bau der Feder im Allgemeinen betrifft, indem ich in nächster Zeit eine ausführliche Abhandlung über Bau und Entwickelung der Federn veröffentlichen werde, und verweise auf eine vorläufige Mittheilung über denselben Gegenstand in der St. Petersburger Medic. Zeitschrift Bd. XVII, 1869 (Ueber Bau und Entwickelung der Federn. Ein Vortrag).

Um den Bau der Endblättchen zu erforschen, schlug ich nach einigen vergeblichen Versuchen folgenden Weg ein.

Ich fertigte feine Querschnitte der Endblättchen an, welche ich nach Zusatz von Kreosot mikroskopisch untersuchte. An solch einem Querschnitt liess sich bei schwacher Vergrösserung eine helle Rinde und eine dunkle Marksubstanz (cf. Fig. 1) erkennen. Die



Rindenschicht war an der convexen Fläche mächtiger, als an der geraden. Bei stärkerer Vergrösserung erwies sich die undurchsichtige Marksubstanz als durchweg lufthaltig; durch das Kreosot wurde allmählig die hier [in Zellen eingeschlossene Luft verdrängt. War endlich alle Luft vertrieben, so erschien die Marksubstanz heller als die Rinde und zusammengesetzt aus polyedrischen Zellen. Die Zellen der Marksubstanz waren ungefärbt oder enthielten nur Spuren eines feinkörnigen rothen oder gelben Pigments. Die Rindensubstanz war mehr oder weniger homogen, durchsichtig, und enthielt einen diffusen röthlichen Farbstoff; Zellenconturen waren gar nicht oder nur so undeutlich zu erkennen, dass über die eigentliche Form derselben nichts ausgesagt werden konnte. Schon nach diesem Befund allein kann man behaupten, dass die Endblättchen genau den Bau des Federschaftes haben. Es kam darauf an, dies durch nähere Untersuchung resp. Isolirung der Zellen näher zu bestimmen, und hierzu eignet sich unter allen Reagentien keines besser, als die concentrirte Schwefelsäure. Ich verfuhr dabei folgendermassen: Ich brachte ein rothes Endblättchen auf einen Objectträger, träufelte etwas Schwefelsäure darauf und bedeckte es mit einem Deckgläschen, dann erwärmte ich den Objectträger ganz gelinde über einer Spiritusflamme. Die erste Veränderung war eine ziemlich schnell eintretende Entfärbung des Endblättchens; die darauf folgende, wie zu erwarten, ein Zerfall des Blättchens in die dasselbe zusammensetzenden zelligen Elemente. Die Rindensubstanz (Fig. 3) setzte sich zusammen aus langgestreckten, rhombischen oder spindelförmigen platten Zellen; ein Kern war nicht immer wahrnehmbar, nur an einzelnen Zellen. Die Zellen waren 0,071 Mm. lang, 0,011 Mm. breit und etwa 0,004—0,005 Mm. dick. Die Rindenzellen waren so angeordnet, dass der Längsdurchmesser der Zelle mit der Längsaxe der Feder zusammenfiel und die Zellen mit ihrer breiten Fläche der breiten Federfläche sich anschlossen. Die Zellen der Rindensubstanz sind eng aneinander gefügt und durch den Verhornungsprozess derartig verändert, dass an gewöhnlichen Querschnitten der Blättchen eine Zusammensetzung aus Zellen kaum zu erkennen ist; meist ist die Rinde homogen, hier wieder etwas gefleckt und selten einige Zellenconturen sichtbar.

Die Marksubstanz (Fig. 2) zerfiel beim Kochen mit Schwefelsäure in polyedrische aber sehr unregelmässig gestaltete Zellen. Dass die Zellen nicht polygonale Platten, sondern polyedrische Kör-

perchen sind, lässt sich zum Theil durch die Ergebnisse verschiedener Schnittrichtungen, zum Theil auch durch die Beobachtung derjenigen isolirten Zellen, welche durch Strömungen unter dem Deckglase bewegt werden, darthun. Der Durchmesser der Zellen beträgt etwa 0,0143—0,0171 Mm. Alle Zellen der Marksubstanz sind lufthaltig; die Membran der Zelle schliesst ein einziges der Grösse der Zelle entsprechendes Luftbläschen ein. Ist durch Kochen mit Schwefelsäure die Luft entfernt, so erscheint in jeder Zelle ein runder Kern, 0,008 Mm. im Durchmesser; übrigens werden die Kerne auch an Schnitten, welche einfach mit Kreosot behandelt worden sind, sichtbar.

Zum Vergleich behandelte ich einen Querschnitt aus dem untern Theil eines Federschaftes in gleicher Weise mit Schwefelsäure: das Resultat war dasselbe. Es zerfiel die Rindensubstanz in platte, langgestreckte Zellen, die Marksubstanz in polyedrische.

Das Resultat meiner Untersuchung ist: „Das scharlachrothe Blättchen an den Schwingen des Seidenschwanzes ist das abgeflachte Ende des Federschaftes und besteht deshalb wie der Schaft aus einer Marksubstanz und einer Rindensubstanz.

Dorpat im März 1872.

Erklärung der Figuren.

1. Ein durch Kreosot aufgehellter Querschnitt des Endblättchens. a stark und schwach gefärbte Rindensubstanz, b Marksubstanz.
2. Zellen der Marksubstanz durch Kochen mit SO_3 isolirt.
3. Zellen der Rindensubstanz durch Kochen mit SO_3 isolirt. a von der Fläche gesehen, b von der Kante gesehen.

Ueber die Nervenendigung in der Haut der Kuhzitze.

Von

Dr. Th. Eimer,
Privatdocent zu Würzburg.

Die eigenthümlichen verästelten Körperchen, welche durch die Anwendung der Goldmethode auf die menschliche Haut in deren Epidermis zuerst Langerhans[1]) nachgewiesen hat, sind einmal eben wegen ihres Verhaltens gegen Chlorgold und dann wegen ihrer Form schon von ihrem Entdecker vermuthungsweise für Nervenelemente angesprochen worden.

Eine Verbindung der Körperchen mit Nerven hat Langerhans nicht mit Sicherheit erkennen können, ebensowenig Eberth[2]), welcher dieselben beim Menschen und beim Kaninchen untersuchte. Dagegen versichert Podkopaëw[3]), diese Verbindung in der Haut des Kaninchens gesehen zu haben. Chrschtschonowitsch[4]), welcher die Langerhans'schen Körperchen im Epithel der Vaginalschleimhaut beim Hunde und beim Kaninchen antraf, lässt hier einen solchen Zusammenhang ebenfalls deutlich sein.

Vorausgesetzt nun, dass die Verbindung der Körperchen mit Nerven als gesichert angesehen wird, so ist doch die Frage nach ihrer Bedeutung noch eine durchaus offene, weil dieselben bis jetzt als völlig specifische Bildungen dastehen. Dieser Umstand bestimmte mich, sie der Untersuchung zu unterziehen.

Als Object wählte ich die Kuhzitze, veranlasst weniger durch die leichte Beschaffung und Handhabung dieses Theiles, als dadurch, dass derselbe wegen seiner Pigmentlosigkeit zu erfolgreichem Studium besonders geeignet zu sein schien, und vor Allem,

---

1) Virchow's Archiv Bd. XLIV.

2) Dieses Archiv Bd. VI, S. 225.

3) Dieses Archiv Bd. V, S. 506.

4) Wiener Sitzungsberichte 1871.

weil ich in der Zitze eines Thieres aus physiologischen Gründen einen grösseren Nervenreichthum erwartete, als in anderen Hautbezirken.

Wenn nun auch meine Wahl sich nach diesen verschiedenen Richtungen hin als eine begründete erwiesen hat, so boten mir doch erst Beobachtungen an niederen Thieren entscheidende Gesichtspunkte für eine Deutung der Langerhans'schen Körperchen. Diese Beobachtungen schliesse ich deshalb denjenigen über die Nerven in der Haut der Kuhzitze unmittelbar an.

Langerhans beschreibt die Körperchen in der menschlichen Haut als Gebilde mit rundlichem oder oblongem Leib, in welchem die Goldfärbung nur selten einen Kern nachzuweisen gestatte. Von diesem Leibe treten 2 bis 10, meist aber 5, oft sich theilende, Ausläufer in der Richtung nach oben ab, um mit kropfförmiger Anschwellung an der Grenze von Horn- und Schleimschicht zu endigen. Ein unterer Fortsatz verlaufe gegen die Lederhaut herab, und er ist es, welcher nach Langerhans vielleicht mit einer Nervenfaser in Verbindung tritt.

Die Körperchen stehen in der menschlichen Haut so ziemlich in einer regelmässigen Reihe, bilden gewissermassen eine einfache Lage in gleicher Höhe mit der dritten bis fünften Zellschichte des Rete Malpighii.

An dem von mir untersuchten Objecte finden sich nun einige Abweichungen von den Verhältnissen, wie sie Langerhans aus der menschlichen Haut geschildert und abgebildet hat.

Es liegen die Körperchen in der Haut der Kuhzitze nicht in einfacher Reihe, sondern sie liegen unregelmässig neben und übereinander durch fast die ganze Schleimschichte zerstreut, hinauf bis zu deren oberstem Viertel, und nach abwärts sogar noch zwischen den Epithelzellen, welche die Cutispapillen unmittelbar umgeben.

Dabei sind diejenigen unserer Gebilde, welche sich in ein und derselben Höhe befinden, nicht weiter von einander entfernt, als Langerhans für die seinigen angegeben hat. Demnach werden sie in der Kuhzitze zahlreicher sein, als in den bisher untersuchten Bezirken der Haut des Menschen.

Häufig ragen diejenigen Körperchen, welche man zwischen die unterste Lage der Epidermiszellen eingebettet findet, mit der Hälfte oder sogar mit einem noch grösseren Theile ihres Leibes — oft zu drei Vierteln und noch mehr — in die Cutispapille hinein. Vor

Allem an den Kuppen der Papillen ist dieses Verhalten öfters zu beobachten.

Besonders von diesen tiefgelegenen Körperchen sieht man nun zuweilen einen Fortsatz nach abwärts streben, der ein oder das andere Mal sich mit einer denselben ähnlich gestalteten, in der Cutis liegenden Zelle in Verbindung zu setzen scheint. Die in Frage kommenden Zellen haben jedoch, gleichfalls durch Chlorgold gefärbt, eine solche Aehnlichkeit mit Bindegewebskörperchen, wie sie zahlreich hier sich finden, dass eine Entscheidung darüber, ob man es auch hier mit Nervenelementen, etwa mit den von Tomsa[1]) aus dieser Gegend beschriebenen Gebilden zu thun habe, unmöglich wird. Andere Methoden als die mit Chlorgold haben mir leider kein sichereres Resultat in dieser Frage gegeben.

In manchen Fällen tritt der nach unten ziehende Ausläufer direct zu einer der in der Cutis zahlreich sich verbreitenden marklosen Nervenfasern heran. Gegen die unbedingte Annahme einer organischen Verbindung beider liess jedoch die Wirkung der Goldmethode an den Bildern, welche ich erhalten habe, stets Einwände übrig bleiben. Die dunkle Färbung, die oft unregelmässigen Niederschläge an den massgebenden Stellen trüben den Blick in die natürlichen Verhältnisse. Zu Alledem kommt noch die gleichzeitige Färbung der Gefässe und des Bindegewebes. Dennoch habe ich nach dem was ich sah, keinen Grund, an den bestimmten Angaben von Podkopaëw und Chrschtschonowitsch zu zweifeln.

Abgesehen von dem nach abwärts strebenden Fortsatz, gehen von den Körperchen nach allen Seiten hin Fädchen ab, welche sich häufig gabelig verzweigen. Dadurch erlangen jene oft eine sehr unregelmässige Gestalt: von einer Stelle derselben kann ein ganzes Büschel von sich wieder verzweigenden Fäden abtreten, so dass sie, was aus dem oben Gesagten schon zu schliessen ist, durch das Chlorgold gefärbt, ziemlich das Aussehen von Bindegewebskörperchen erhalten können.

Es verlaufen wohl zahlreiche Fortsätze in der Richtung nach oben, wie Langerhans für die menschliche Haut angibt; aber vielleicht ebenso zahlreiche verlaufen in zur Oberfläche paralleler Richtung. Dabei findet die Verzweigung häufig in der Weise statt,

---

1) Wiener med. Wochenschrift, 1865, Nr. 53.

dass dieselbe mit den Epithelgrenzen zusammenfällt[1]), ohne dass ich hier gefärbte Epithelgrenzen, von welchen Langerhans spricht, mit Ausläufern verwechselte. Ebenso häufig ziehen die letzteren aber auch über die Flächen der Zellen selbst hin.

Man sieht öfters, dass die Fortsätze, welche von einem Körperchen ausgehen, in Gemeinschaft mit diesem einzelne Epithelzellen körbchenartig umfassen, und die Zusammenstellung von Durchschnitten ergibt, dass einzelne Gruppen von Epidermiszellen in gleicher Weise von den Fortsätzen eines Langerhans'schen Körperchens umfasst werden. Dabei verläuft ein Faden oft lange Strecken gerade aus, nimmt aber durch Abgabe von Zweigen an der Umspinnung von vielen Zellen Antheil.

Eine Endigung in Knöpfchen habe ich in meinen Präparaten an den Fortsätzen nicht getroffen. Dieselben werden feiner und feiner, und oft, nachdem sie so fein geworden sind, dass sie den stärksten Vergrösserungen fast verloren gehen, glaubt man sie in den Zellen oder in den Zellkernen endigen zu sehen. Zuweilen scheinen mehrere solcher feinen Fädchen, welche von einem Punkte eines Körperchens ausgehen, in eine und dieselbe Zelle einzutreten. Aber ich habe über die wahre Endigungsweise in keinem Falle zu einem sicheren Schlusse kommen können, entweder wegen der Feinheit der letzten Fädchen, oder weil ich im Zweifel darüber bleiben musste, ob ich nicht etwa plötzlich sich umbiegende und durchgeschnittene Fortsätze vor mir habe.

In die Hornschicht hinein konnte ich, übereinstimmend hierin mit den Erfahrungen von Langerhans, die Aeste der Körperchen nie verfolgen, so sehr ich hier darnach suchte, nachdem ich in der Schnautze des Maulwurfs[2]) überall in der Hornschichte, und zwar bis in drittoberste Lage von deren Zellen hinein Nerven angetroffen habe.

Im Folgenden will ich nun die Langerhans'schen Körperchen mit Einrichtungen zusammenstellen, welche bei niederen Thieren vorkommen, eine Vergleichung, aus der sich ergeben wird, dass wir berechtigt sind, jene für peripherische Ganglienzellen anzusehen, welchen für die Haut dieselbe Rolle zukommen wird, wie den analogen Apparaten der anderen Sinnesorgane für diese.

---

1) Dasselbe Verhalten ergibt sich aus den Abbildungen Podkopaëw's und Eberth's für die Haut des Kaninchens.

2) Dieses Archiv Bd. VII.

Vorläufige Mittheilungen über die Nerven von Beroë.

Von

Dr. Th. Eimer.

Es gelang mir, im Körper von Beroë ovatus und Forskåli einen ungeahnten Nervenreichthum aufzufinden.

Am unteren Ende des Trichters dieser Thiere treffe ich zwei Centralkörper, welche durch eine Art Schlundring verbunden sind, wenn man diese Bezeichnung gebrauchen darf, da der Ring den Trichter umschliesst.

Von hier aus verbreitet sich eine ungeheure Anzahl von nur mikroskopisch nachweisbaren Nerven über alle Theile des Körpers. Die meisten derselben ziehen parallel der Längsaxe, und zwar im ganzen Bereiche des Körpers, gegen den Mund hin. Gedrängtere Züge verlaufen, die einzelnen Fäden jedoch vollständig von einander getrennt, unter den Schwingplättchen.

Während ihres Verlaufs verästeln sich die Nerven. Zahllose Fasern durchziehen die Gallertmasse auch im Querumfang des Körpers und überhaupt in allen Richtungen.

Reichlich werden die Muskeln, noch reichlicher wird die Haut mit ihnen versorgt.

Die Oberfläche der Thiere ist bekanntlich von einem sehr zarten und äusserst vergänglichen einschichtigen Epithel bedeckt. Dieses Epithel liegt einer die Gallertmasse nach aussen abschliessenden zarten Haut auf. Zu ihm streben die Nerven mit unendlich feinen Fäserchen heran, und unter der Haut trifft man sie in allen Stadien der Verzweigung in ungeheurer Menge.

Bevor sie sich zum Zweck des Eintretens in das Epithel verästeln, schwellen sie hier gewöhnlich zu länglich dreieckigen, kernhaltigen, ganglienähnlichen Körpern an. Von diesen treten, wie von den Langerhans'schen Körperchen, feine Fäden ab, die entweder unter fortwährender dendritischer Verästelung nach dem Epithel streben, um zuletzt mit den feinsten Fädchen in dessen Zellen einzutreten, oder in welche, bevor sie die feinsten Verzweigungen eingehen, wiederum kernhaltige oder kernlose Anschwellungen ganz

von der Art der Langerhans'schen Körperchen eingeschaltet sind, von welchen wie von diesen Ausläufer abgehen, die das Epithel aufsuchen.

Die Uebereinstimmung der Form dieser peripherischen Ganglienzellen der Rippenquallen mit derjenigen der Körperchen, wie sie von Langerhans aus der Haut der Säugethiere abgebildet worden sind, ist zuweilen eine auffallende. Ich muss beide für homologe Bildungen ansprechen, in meiner Ansicht gestützt durch Thatsachen, welche die Untersuchung von Mollusken an die Hand gibt. Bevor ich jedoch über diese berichte, will ich noch einige Bemerkungen über das Verhalten der Nerven von Beroë im Allgemeinen anfügen.

Die Nervenfasern von Beroë sind von ihrem Beginne an mit in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen gelagerten Kernen versehen. Sie verästeln sich in der Gallertmasse mehr und mehr, um zu varicösen Fädchen, immer noch mit zeitweise eingefügten Kernen, und schliesslich zu unmessbar feinen Fädchen zu werden, welche in regelmässig aufeinanderfolgenden Abständen punktförmige Verdickungen zeigen, von denen einzelne gröbere, wiederum in bestimmten Abständen, zuweilen mit zahlreichen feineren abwechseln.

Diese feinsten Fädchen, welche oft in ausserordentlicher Länge zu verfolgen sind, und welche wohl nicht anders denn als Primitivfibrillen aufgefasst werden können, setzen sich zum Theil direct an die Muskelfasern an. Viele von ihnen aber zeigen ein Verhalten, wie es bis jetzt meines Wissens noch nirgends an Nervenelementen beobachtet ist, ein Verhalten, welches für die physiologische Betrachtung sehr bemerkenswerth sein muss.

Es kann nämlich ein Fädchen sich plötzlich in zwei Schenkel gabeln. Diese Schenkel verlaufen eine Strecke weit getrennt von einander, um dann wieder in einem Punkte zusammen zu treffen, von welchem aus wieder ein einfaches Fädchen sich fortsetzt. Es ist also in eine Primitivfibrille eine elliptische oder aber, durch Verkürzung des einen Schenkels, eine halbmondförmige Schlinge eingeschaltet. Oft folgen zwei oder mehrere solcher Schlingen hintereinander in einer und derselben Fibrille.

Die Schenkel der Schlinge sind nie dünner als der einzelne Faden, von welchem sie entsprungen sind, und in welchen sie sich wieder fortsetzen. Der letztere ist gleich ihnen einfach und von elementarer Feinheit. Es kann sich also nicht um eine Trennung

und Wiedervereinigung handeln, wie auch aus dem Folgenden hervorgeht.

Die zwei Schenkel einer Schlinge können durch quere oder schiefe Anastomosen wieder untereinander verbunden sein.

Es können ferner die Schlingen dadurch zu Rechtecken oder zu Dreiecken oder zu den mannichfaltigsten Figuren anderer Art ausgezogen werden, dass sich an einen oder an beide ihrer Schenkel feinste Fädchen eines zweiten oder mehrerer anderer Nerven ansetzen.

Es können so die complicirtesten Netze[1]) von Nervenprimitivfibrillen entstehen, welche noch verwickelter und wunderbarer werden, wenn die erwähnten Anastomosen der Schenkel der Schlingen unter sich dazu kommen.

An diesen Netzen, welche ich übrigens nur aus der äussersten Gallertschichte des Körpers kenne, nehmen nun weiter feinste Fibrillen Antheil, die von multipolaren Ganglienzellen herrühren, von denen sie oft in grosser Menge ausstrahlen, um in ungewöhnlich langem Verlauf durch die Gallerte zu ziehen. Ich sage ausstrahlen, weil oft eine bedeutende Anzahl von Fibrillen pinselartig von einem oder von mehreren Zipfeln einer Zelle abtritt.

Einzelne dieser Fädchen treten mit benachbarten Ganglienzellen in Verbindung.

Endlich ist noch zu bemerken, dass auch nebeneinander herlaufende Primitivfibrillen, welche von zwei verschiedenen Nerven herrühren, durch einfache Queranastomosen verbunden werden können.

Aber alle diese merkwürdigen Verhältnisse werden erst durch ausführlichere und von Abbildungen unterstützte Mittheilungen, wie ich sie in einer Arbeit über die Anatomie von Beroë ovatus zu veröffentlichen im Begriffe stehe, befriedigend behandelt werden können.

Die Zusammenstellung der früher erwähnten unter der Haut

---

1) Gegenbaur hat durch Anastomosirung entstehende Netze von »blasscontürirten Nervenfasern« unter der Haut von Cymbulia, Carinaria und Pterotrachea beschrieben und von ersterer abgebildet (Unters. üb. Pteropoden und Heteropoden 1855, S. 45, 137 u. 161 u. Taf. III, Fig. 3). Aber meine Abbildungen werden zeigen, dass die Netze von Beroë von diesen sich sehr unterscheiden. Andere hierher gehörige Literaturangaben werde ich in meiner ausführlichen Arbeit über den Gegenstand noch zu machen haben.

gelegenen Ganglienzellen von Beroë (welche nicht zu verwechseln sind mit den eben berührten fast sternförmigen Gebilden) mit den Langerhans'schen Körperchen mag nun durch die Thatsache gestützt werden, dass ähnliche Apparate auch bei Thieren vorkommen, welche den Säugethieren nicht so entfernt stehen, wie die Rippenquallen.

Langerhans, welcher mit mir in diesem Frühjahr einige Wochen in Capri zubrachte und meine Untersuchungen, welche ich dort über Beroë angestellt habe, verfolgte, hat nicht nur den hohen Grad von Uebereinstimmung der Form der peripherischen Ganglienzellen dieses Thieres mit denjenigen aus der Haut des Menschen bestätigen können, sondern wir haben später gemeinsam die ganglienartigen Anschwellungen der zur Haut von Carinaria tretenden Nerven, welche schon von Leydig[1]) und Gegenbaur[2]) beschrieben worden sind, als beiden äusserst ähnliche Gebilde erkannt, und ebendieselben haben wir auch bei Pterotrachea mutica gefunden.

Als wir im April auf der Rückreise nach der Heimath Neapel berührten, theilte uns Herr Professor Panceri die neuesten Ergebnisse seiner Untersuchungen über das Leuchten der Thiere mit. Er fand, wie er seitdem veröffentlicht hat[3]), dass bei Phyllirhoë bucephala Ganglienzellen, welche in grosser Menge unmittelbar unter der elastischen Membran liegen, welche den Körper des durchsichtigen Thieres umschliesst und der wiederum das Epithel unmittelbar aufsitzt[4]), Träger des Leuchtvermögens sind.

---

1) Anatomische Bemerkungen über Carinaria, Firola und Amphicora. Z. f. w. Z. Bd. III, 1851, S. 326. Leydig spricht schon hier und noch früher in seiner Arbeit über Artemia salina und Branchipus stagnalis a. dems. O. S. 294 die Vermuthung aus, »dass Aufnahme von Ganglienkugeln in die während des peripherischen Verlaufes sich verzweigenden Nervenfibrillen ein allgemeiner Charakter der sensitiven Nerven sei.« Die zahlreichen Stützen, welche diese Vermuthung seitdem gewonnen hat, brauche ich nicht einzeln anzuführen. Als deren neueste weise ich nur auf die Angaben von Flemming über die Nerven der Landschneckenfühler hin in dessen Arbeiten: »Unters. üb. d. Sinnesepithelien d. Mollusken.« dieses Archives Bd. VI. und »Zur Anat. d. Landschneckenfühler« etc. Z. f. w. Z. Bd. XXII, S. 369.

2) A. a. O. S. 137.

3) Intorno alla luce che emana dalle celulle nervose della Phyllirhoë bucephala. Estratto dal Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche. Aprile 1872. Sunto di Memoria.

4) Vgl. Panceri a. a. O. Sep. Abdr. S. 9 u. 10.

Dieser Zellen sind zweierlei zu unterscheiden; beide Arten gehen aber durch Zwischenformen nach Panceri ineinander über: gelbe, runde, 1853 von H. Müller[1]) beschriebene Zellen, und Körperchen, welche nach den Präparaten zu schliessen, die Panceri uns aus den Tentakeln von Phyllirhoë zeigte, mit den von mir aus Beroë geschilderten peripherischen Ganglienzellen und mit den erwähnten Hautganglien der Heteropoden einer Art sind. Es sind dies nach Panceri dieselben Gebilde, welche Leuckart gleichfalls im Jahre 1853 schon beschrieben hat[2]).

Die Lage der peripherischen Ganglienzellen von Beroë, Carinaria, Pterotrachea und Phyllirhoë unterhalb des Epithels kann den hohen Grad der Uebereinstimmung, welche sie alle in der Form und in ihrem übrigen Verhalten mit den Körperchen aus der Haut der Säugethiere haben, nicht beeinträchtigen. Ich habe oben angeführt, dass die letzteren in der Kuhzitze oft mit dem grössten Theile ihres Körpers in der Cutis liegen; auch ist es möglich, dass hier ganz in der Cutis gelegene Zellen ihnen zugezählt werden müssen[3]).

Jedenfalls haben wir es da wie dort mit Hautnerven zu thun, und in allen Fällen senden wohl die fraglichen Anschwellungen derselben ihre feinen Ausläufer zum Epithel, wie ich das für Beroë verbürgen kann.

So dürfte die morphologische und physiologische Zusammenstellung der Langerhans'schen Körperchen mit den Ganglienzellen der Haut der genannten niederen Thiere nicht ohne Begründung sein.

---

1) H. Müller: Z. f. w. Z. Bd. IV. Vgl. auch H. Müller u. Gegenbaur ebdas. Bd. V und Leydig, Histologie. S. 213.

2) Archiv f. Naturgesch. 1853. Vgl. auch H. Müller u. Gegenbauer a. a. o. S. 361. So eben, während ich mit der Correctur des Vorliegenden beschäftigt bin, geht mir durch die Güte des Verfassers die ausführliche Arbeit Panceri's über die leuchtenden Nervenzellen von Phyllirhoë bucephala zu, desselben Titels wie die vorläufige Mittheilung (Memoria estratta del Vol. V. degli Atti della R. Accademia d. S. F. e M.). Auf der beigegebenen Tafel sind leider die Zellen, auf welche es mir ankommt, kaum angedeutet (Fig. 3, z. b. links unten und oben).

3) M. Vgl. ausser dem Eingangs angeführten Artikel von Tomsa auch Kessel, Centralbl. f. d. med. W. 1869 Nr. 23 u. 24, und Stricker's Handbuch d. Gewebelehre S. 855.

Bemerkungen über die Leuchtorgane von Lampyris splendidula.

Von

Dr. Th. Eimer.

Die im Vorstehenden berührte Entdeckung Panceri's, dass die in die peripherischen Nervenverzweigungen von Phyllirhoë bucephala eingeschalteten Ganglienzellen Träger des Leuchtvermögens dieses Thieres sind, veranlasste mich, die Leuchtorgane von Lampyris splendidula einiger Untersuchung zu unterziehen, besonders um aus eigener Anschauung die von M. Schultze[1]) beschriebenen Tracheenendzellen kennen zu lernen, welchen von diesem Forscher hier die Hauptrolle beim Leuchten zugeschrieben worden ist.

Die Tracheenendzellen haben nach M. Schultze Aehnlichkeit mit den kleinen Ganglienzellen der grauen Rinde des Hirns der Säugethiere, und sie zeichnen sich, wie er zeigt, dadurch aus, dass sie sich durch Osmiumsäure ausserordentlich leicht und intensiv schwarz färben.

Da aus den Untersuchungen zahlreicher früherer Forscher übereinstimmend hervorgeht, dass einmal der Nerveneinfluss und dann der Sauerstoff eine wesentliche Rolle beim Leuchten von Lampyris spielen, so haben die genannten Eigenschaften, sowie der Sitz der Zellen M. Schultze zunächst dazu veranlasst, die Tracheenendzellen für die Frage nach der Ursache des Leuchtvermögens besonders in Betracht zu ziehen.

Der Umstand, dass die leuchtenden Punkte, welche man sieht, wenn man das Leuchtorgan zur Zeit seiner Function im dunkeln Zimmer unter das Mikroskop bringt, wie Schultze findet, in Zahl und Anordnung den Tracheenendzellen entsprechen, erheben seine Vermuthung zur höchsten Wahrscheinlichkeit.

Ebenso beweist Panceri durch das Experiment, dass es die

---

1) Dieses Archiv Bd. I, S. 124.

besprochenen Ganglienzellen von Phyllirhoë wirklich sind, welche leuchten; denn wenn er z. B. einem Tentakel dieses Thieres während der Betrachtung unter dem Mikroskop einen Tropfen Ammoniak zusetzt, so sieht er ein plötzliches Aufleuchten von zahlreichen Punkten, welche den Nervenzellen entsprechen.

Ich kann aus eigener Anschauung die Thatsache bestätigen und muss die Uebereinstimmung des Bildes betonen, welches der Versuch Panceri's liefert mit demjenigen, welches das Leuchtorgan von Lampyris unter dem Mikroskop darbietet.

Wenn ich dem Leuchtorgane von Lampyris unter dem Mikroskop einen Tropfen Osmiumsäure zusetzte, so würde das von den Punkten ausgehende Licht viel stärker; aber diese Verstärkung zeigte sich nicht als ein Aufleuchten bei mechanischer Reizung oder wie bei Phyllirhoë auf Zusatz von Ammoniak, sondern sie bestand in einem lange Zeit anhaltenden Leuchten, hervorgebracht wohl durch ein lebhaftes Verbrennen der Tracheenendzellen in der Osmiumsäure, welches andauern dürfte, bis die letztere reducirt ist, oder bis die Zellen oxydirt sind.

Panceri nimmt an, dass eine leuchtende Substanz an die nervöse Masse der Ganglienzellen von Phyllirhoë bucephala gebunden sei. Es ist nicht die nervöse Substanz selbst, welche leuchtet. Aber das Leuchten steht im Leben doch unter dem Nerveneinfluss[1]).

Kölliker nennt das Leuchtorgan der Lampyrisarten geradezu einen nervösen Apparat[2]).

Nun ist zwar wohl für die Ganglienzellen bei Phyllirhoë, nicht aber für die Tracheenendzellen von Lampyris eine Verbindung mit Nerven nachgewiesen. Die Untersuchung ist hier sehr schwierig.

Um so mehr glaube ich darauf aufmerksam machen zu dürfen, in wie hohem Grade die Tracheenendzellen von Lampyris splendidula mit den leuchtenden Ganglienzellen von Phyllirhoë in der Gestalt übereinstimmen. Noch grösser ist aber diese Uebereinstimmung auffallender Weise zwischen den ersteren und den Langerhans'schen Körperchen aus der Haut des Menschen, wie eine Vergleichung z. B. der Fig. 9, a von M. Schultze mit der Fig. 4 von Langerhans auf das Ueberraschendste zeigen wird.

---

1) Vergl. das Nähere a. a. O. S. 11—14.

2) Würzb. Verh. Bd. VIII, 1858.

Nochmals über die angeblichen Terminalkörperchen an den Haaren einiger Säugethiere.

(Eine Entgegnung auf Dr. Ludwig Stieda's Notiz ähnlichen Titels.)

Von

Dr. J. Schöbl
in Prag.

Im 2. Hefte des 8. Bandes dieses Archivs p. 274 hat Stieda meine ebenfalls in diesem Archiv erschienenen Arbeiten einer Beurtheilung unterzogen, welche mich zu einer Entgegnung nöthigt. Ich sehe dabei von der eigenthümlichen Motivirung seiner Polemik im Eingange des angeführten Aufsatzes ab und gehe gleich auf die Sache selbst ein. Was die Flughaut der Fledermäuse anbelangt, so habe ich gesagt, zu jedem Haarbalg begibt sich ein aus 4 bis 6 Primitivfasern bestehendes Nervenstämmchen, umschlingt den Hals desselben, begibt sich dann nach abwärts und umwickelt den unteren zelligen Fortsatz der Wurzelscheide, und bildet dadurch ein terminales Körperchen.

In meiner Arbeit über das äussere Ohr der Mäuse habe ich beschrieben, dass zu jedem Haarbalg ein zumeist aus 2 bis 4 markhaltigen Fasern bestehendes Nervenstämmchen gehe und die Gegend des eingekerbten Randes der Glashaut desselben in mehrfachen Touren umwickele und auf diese Weise einen Nervenring oder Kranz bilde, der das Haar umschlingt. Von diesem Nervenring streichen 2 bis 4 Nervenfasern längs der conischen Verlängerung der Wurzelscheide nach abwärts und bilden daselbst einen Nervenknäuel, welcher unmittelbar unter diesem Fortsatze liegt.

Ich habe heutigen Tages, nachdem mir abermals eine ganze Reihe neuer comparativer Untersuchungen zu Gebote steht, an diesen meinen Aussprüchen nur Weniges zu ändern.

Das eine wäre, dass bei den Fledermäusen nicht eine blosse Umschlingung, sondern stets auch eine wahre Ringbildung der Nervenfasern um den Halstheil des Haarbalges vorkommt, das zweite, was durch einen Irrthum im Manuskripte entstanden ist, dass die Nerven, die zu den Haarbälgen treten, nicht dunkelrandig, sondern marklos sind.

Mit Ausnahme dieser beiden unbedeutenden Aenderungen halte ich meine Angaben vollkommen aufrecht.

Stieda geht nun über diese Hauptsachen ganz ruhig hinweg, erwähnt meinen Nervenring auch nicht mit einem Worte, ob er ihn gesehen hat oder nicht, und des Knäuels erwähnt er nur sehr flüchtig und im Vorübergehen. Dagegen führt er gegen mich folgende Argumente zu Felde: „Schöbl findet die Körperchen an allen Haaren der Flughaut der Fledermäuse und an allen Haaren des äusseren Ohres der Mäuse. Diesem muss ich widersprechen; ich habe mehr als einmal die Körperchen durchaus vermisst. Dagegen finde ich dieselben Gebilde sowohl bei den genannten Säugethieren, als bei anderen (Ratte, Maulwurf) an beliebigen Gegenden der Körperhaut, jedoch keineswegs an allen Individuen.“

Dieser ganze Passus ist im hohen Grade unklar. Was für Körperchen meint Stieda? Meint er dadurch meine Nervenringe und Knäuel? Das offenbar nicht, denn dann würde er ihnen nicht eine Verbreitung zuweisen an Körperstellen, wo sie gar nicht vorkommen. Es ist also offenbar, dass Stieda unter seinen Körperchen etwas anderes versteht, als ich, worüber er sich durchaus nicht ausspricht, dennoch aber daraus Folgerungen gegen mich zieht. Aber das Verhalten der Nerven zu den Körperchen an anderen Körperstellen sagt Stieda wohlweislich auch nicht ein Wort.

Dass an den Haaren beliebiger Körperstellen der obengenannten Thiere Verlängerungen der Wurzelscheide oder, wie ich sie nenne, des Wurzel-Zellkörpers nach abwärts vorkommen, mit einem rundlichen oder ovalen Knopfe endigen, ist eine ausgemachte Thatsache. Es herrscht dabei aber der ganz gewaltige Unterschied, dass diese Fortsätze oder Knöpfe an beliebigen Körperstellen einzig und allein aus Zellen bestehen, welche denen der äusseren Wurzelscheide gänzlich entsprechen, während dieselben Fortsätze in der Flughaut von

Nervenfasern umwickelt erscheinen und im äusseren Ohr der Mäuse sich unter ihnen ein Nervenknäuel befindet.

Desgleichen herrscht zwischen diesen beiden Haarformen der gewaltige Unterschied, dass sowohl die Haare der Flughaut als die des äusseren Ohres der Mäuse am Halstheile des Haarbalges unmittelbar unter der Einmündungsstelle der Talgdrüsen einen aus mehreren Turen bestehenden Nervenring besitzen, welcher jenen Haaren an verschiedenen Körperstellen durchaus abgeht, zu denen sich gar kein derartiges constantes Nervenstämmchen begibt, wie dies ausnahmslos bei den Haaren der Flughaut und im äusseren Ohre der Mäuse der Fall ist.

Ich muss auf die Angriffe Stieda's die präcise Antwort geben: Die von mir beschriebenen Gebilde befinden sich an allen Haaren (etwa krankhafte ausgenommen) der Flughaut und des äusseren Ohres bei allen Individuen der angeführten Species bei jungen Thieren wie bei alten und zu allen Jahreszeiten. Aehnliche Gebilde an beliebigen Körperstellen derselben Thiere sind mir wohl bekannt, sie bestehen blos aus Zellen und haben mit meinem Nervenring und Knäuel nichts zu schaffen.

Stieda's Vorwurf: „Wie stimmt dieses inconstante und das verbreitete Vorkommen zu der Deutung der Körperchen als Endorgane sensitiver Nerven?" erscheint somit mehr als unbegründet.

Als ein weiteres Argument gegen mich benutzt Stieda das Verhalten der Haarpapille zur Haarzwiebel und sagt: „Wie steht es aber mit der Anwesenheit der Körperchen an Haaren, welche auf einer Haarpapille sitzen? Hierauf gibt Schöbl direct keine Antwort; er hat die Körperchen an allen Haaren der betreffenden Körpergegenden jener Thiere gesehen. Meine Untersuchungen geben mir eine Antwort: An denjenigen Haaren, welche eine offene Haarzwiebel und eine deutliche Haarpapille haben, finden sich niemals jene Körperchen."

Hierauf gebe die ganz einfache Antwort, dass die betreffenden von mir beschriebenen Haare zu keiner Zeit eine Papille besitzen, sondern blos äusserlich von Capillaren umsponnen werden und einen abweichenden Bau besitzen, wie ich ihn in meiner Arbeit „Ueber das äussere Ohr des Igels als Tastorgan", welche ich im November des Jahres 1871 an den Herausgeber dieses Archivs eingesendet habe und welche jetzt eben im Drucke erschienen ist (p. 295 dieses

Bandes), deutlicher beschreibe, als es mir bei den früheren minutiösen Härchen der Fledermäuse und Mäuse möglich war.

Die Zellen des Stratum Malpighii nämlich bilden zu jedem Haarbalge eine trichterförmige Einstülpung, setzen sich in die Mündungen der Talgdrüsen fort und zwischen ihnen nach abwärts und bilden daselbst unterhalb der Einmündungsstelle der Talgdrüsen einen soliden Zellkörper, dessen Zellen dieselbe Beschaffenheit und Färbung wie die der Malpighi'schen Schicht haben, und den ich der Kürze halber Wurzel-Zellkörper nennen will. Sein oberer Theil ist cylindrisch, der untere länglich eiförmig, und er bildet als eine unmittelbare Fortsetzung des Stratum Malpighii ein Analogon der äusseren Wurzelscheide.

Der Haarschaft begibt sich bis zur Mitte des Wurzel-Zellkörpers, woselbst sich die Faserzellen seiner Corticalsubstanz in einzelne Bündel theilen, strahlig besenförmig auseinanderfahren und durch allmählige Umwandlung unmittelbar in die Zellen des Wurzel-Zellkörpers übergehen.

Diese Beschreibung gilt mehr oder weniger auch für die Härchen der Flughaut und des äusseren Ohres der Mäuse, sie besitzen zu keiner Zeit, wie auch die Haare am äusseren Ohre des Igels, eine Papille, und somit fällt auch dieses Argument Stieda's vollkommen hinweg.

Wenn also Stieda weiter sagt: „das Vorkommen der Körperchen an ausgewachsenen Haaren, das Fehlen derselben an wachsenden, das inconstante Vorkommen an Individuen derselben Species und die Verbreitung über verschiedene Gegenden des Körpers spricht durchaus gegen die Auffassung der Körperchen als Nervenendorgane. Warum sollten einzelne Individuen aller Endorgane beraubt sein, während andere an jedem Haare der ganzen Körperoberfläche ein Endorgan besitzen", so muss ich auf Grundlage des bereits oben Erwähnten von alledem das diametrale Gegentheil behaupten und die gesammte Schlussfolgerung Stieda's von Anfang bis zum Ende als unrichtig bezeichnen.

So viel zur Abweisung der Angriffe Stieda's. Was er noch weiter über die Deutung der Körperchen als Haarkeime sagt, darauf weiter einzugehen, finde ich mich nicht veranlasst, weil hiermit Stieda wohl nur die aus Zellen bestehenden Körperchen, gewiss aber nicht meinen Nervenring und Knäuel meinen kann.

Zum Schlusse möchte ich jedoch noch einige Bemerkungen hinzufügen.

Die Thatsachen, die ich sowohl in der Flughaut der Fledermäuse, als im äusseren Ohre der Mäuse beschrieben habe, sind das Resultat jahrelanger, mühevoller Forschung und objectiver Beobachtung, sie werden nach meiner Ueberzeugung der Hauptsache nach stehen bleiben für alle Zeiten. Welchen Namen man der Sache beilegt, halte ich für Nebensache, wenn nur die Thatsachen richtig sind. So habe ich die Bezeichnung Terminalkörperchen, die ich bei der Flughaut der Fledermäuse gebraucht habe, bereits längst zurückgezogen, ich spreche schon beim äusseren Ohre der Mäuse nur von Nervenring und Knäuel; noch deutlicher ziehe ich diesen Ausdruck zurück in derArbeit über das äussere Ohr des Igels; habe mich auch in einem Schreiben an Herrn Prof. Max Schultze bereits längst in dieser Weise ausgesprochen.

Ich glaube die Wahl dieses meines damaligen Ausdruckes dadurch entschuldigen zu können, dass ich diese Gebilde zunächst in der Flughaut der Fledermäuse beobachtet habe, wo die Untersuchung nicht nur eine ungemein schwierige ist und wo das winzig kleine Härchen gegen den verhältnissmässig gewaltigen Nervenapparat ganz in den Hintergrund tritt; ich habe mich dadurch verleiten lassen, dem Nervenapparat eine grössere Selbständigkeit zuzuschreiben und dem winzigen Härchen eine untergeordnete Rolle zuzuweisen.

Eine ganze Reihe comparativer Beobachtungen, die mich zur Wahl eines anderen Ausdruckes für die obengenannten Thatsachen bestimmt haben, habe ich in einem Vortrage, gehalten in der königlich böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften im April 1872, auseiandergesetzt, derselbe ist als vorläufige Mittheilung unter dem Titel: „Ueber die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugethiere etc.“ erschienen. Auch die Zeichnungen zu meiner definitiven Arbeit habe ich bereits begonnen, die dann, so hoffe ich, jeden weiteren Zweifel heben werden.

Die oben erwähnten comparativen Beobachtungen führten mich nun mit voller Klarheit zu der Ansicht, dass die winzigen Härchen der Flughaut, sowie die des äusseren Ohres der Mäuse und Igel Tasthaare sind und zwar die ersteren die winzigsten in der ganzen Säugethierwelt. Nervenring und Knäuel bilden nun bei den beiden ersteren den nervösen Endapparat der Tasthaare. Bei den Tasthaaren im äusseren Ohre des Igels bildet gleichfalls ein Nervenring,

der noch dazu eine ganz gewaltige Ausdehnung erlangt, den nervösen Endapparat.

An die Stelle der Knäuel der vorigen Tasthaarformen tritt hier die modifizirte Glashaut mit dem Nervenring in Verbindung und bildet gemeinsam mit ihm den terminalen Tastapparat dieser Tasthaare.

Die Glashaut zerfällt nämlich in eine grosse Anzahl flacher Bänder, welche dicht nebeneinander liegend, von der Innenfläche des Nervenringes ausgehen und die ganze Oberfläche des Wurzelzellkörpers längsrippenartig umspannen. Jedes einzelne Band der Glashaut hat etwa dieselbe Stärke, wie die der Nervenfasern des Ringes, und alle hängen mit dem Nervenringe, von dem sie ausgehen, auf's innigste zusammen.

Gelingt es durch einen glücklichen Schnitt, die Innenfläche eines Stückes des Nervenringes zur Ansicht zu bekommen, so hat es ganz den Anschein, als ob die einzelnen Bänder unmittelbar aus den einzelnen Nervenfasern des Ringes entspringen und dann nach abwärts umbiegen, so dass man sich veranlasst finden würde, sie sofort für Nervenfasern zu erklären, wenn nicht eine weitere Reihe vergleichender Beobachtungen dagegen spräche. Es würde zu weit führen, alle Beweise, die mich bestimmen, diese Haare als Tasthaare anzusprechen, hier aufzuführen und die ganze Reihe von Uebergangsformen zu schildern, welche ich zwischen ihnen und den Tasthaaren der Schnauze aufgefunden habe; ich verweise deshalb auf meine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand, deren ich bereits oben Erwähnung gethan habe.

Prag, im April 1872.

Erklärung

die Entdeckung der Schmeckbecher von G. Schwalbe betreffend.

Von

Max Schultze.

Prof. Panum in Kopenhagen hatte die Güte, mir eine dänische Abhandlung von Ditlevsen über die Geschmacksorgane der Zunge bei Säugethieren und Mensch, welche in Kopenhagen 1872 gedruckt ist und sehr werthvolle Beiträge zur Kenntniss dieser Organe enthält, zuzuschicken. Dieser Schrift lag ein Separatabdruck aus der »Ugeskrift f. Laeger 3. R. XIII, Nr. 7« bei enthaltend eine von Prof. Panum verfasste Anzeige der Arbeit von Ditlevsen. Panum spricht sich hier über das Verhältniss der Beobachtungen von Chr. Lovén in Stockholm zu den denselben Gegenstand betreffenden, von G. Schwalbe mit folgenden hier in wortgetreuer Uebersetzung wiederzugebenden Worten aus: »Lovén publicirte seine Entdeckungen zuerst schwedisch in dem »Medicinskt Archiv III, 9« (am Ende des Jahres 1866 oder in den ersten Monaten 1867). Danach übersetzte er sie in's Deutsche und übersandte sie im Nov. 1867 an M. Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie, wo sie danach publicirt wurden. Dieser Umstand dürfte hier hervorgehoben werden in Bezug auf eine Prioritätsfrage, welche dadurch entstanden ist, dass kurz darauf in demselben Archiv eine Arbeit von Schwalbe über denselben Gegenstand und mit wesentlich denselben Resultaten erschien. Die vorläufige Mittheilung von Schwalbe, welche der ausführlichen Publication im Archiv vorausging, ist, wie M. Schultze selbst bemerkt, erst im October 1867 gedruckt worden. M. Schultze kann danach wohl berechtigt sein, zu erklären, dass die Arbeit von Schwalbe selbstständig ausgeführt ist. Aber wenn er zugleich die beiden Arbeiten als vollkommen gleichzeitig erklärt, muss er die Publication in schwedischer Sprache (in Folge des Principes: Graeca sunt, non leguntur!) ignoriren, und blos das Datum, unter welchem die deutsche Uebersetzung ihm zugeschickt wurde, um in seinem Archiv publicirt zu werden, berücksichtigen. Die Priorität von Lovén ist also unzweifelhaft und muss hier vertheidigt werden.«

Eine Differenz über die Priorität in der beregten Angelegenheit existirte bisher nicht, da die auf pag. 108 des 4. Bandes dieses Archivs veröffentlichten Daten das Verhältniss der Arbeiten Lovén's und Schwalbe's zu einander vollkommen klar darlegen. Prof. Panum, so gern ich bei ihm Unkenntniss der deutschen Sprache voraussetzen möchte, beweist, dass er die angeführte Seite meines Archivs gelesen hat, da er das Datum der Veröffentlichung der vorläufigen Mittheilung von Schwalbe nur dieser entnehmen konnte. Anstatt aber Lovén's eigene ebenda gedruckte Erklärung, dass sein bezüglicher Aufsatz in schwedischer Sprache im September 1867 gedruckt worden sei, und meine Angabe zu berücksichtigen, dass ich diesen Aufsatz im October zugeschickt erhielt und zwar nachdem Schwalbe's vorläufige Mittheilung bereits versandt war, glaubt er besser orientirt zu sein und berichtet, dass Lovén's Aufsatz bereits am Ende des Jahres 1866 oder in den ersten Monaten 1867 gedruckt worden. Niemand konnte durch diese Eröffnung mehr überrascht sein, als Dr. Lovén selbst, welcher, auf einer Reise begriffen, hier in Bonn Kenntniss von der ungerechtfertigten Reclamation erhielt. Derselbe autorisirte mich ausdrücklich, zu veröffentlichen, dass er erst nach Kenntnissnahme des ihm durch seinen Freund Prof. Axel Key in Stockholm mitgetheilten Separatabdruckes der vorläufigen Mittheilung von Schwalbe seinen in schwedischer Sprache geschriebenen und im September gedruckten Aufsatz an mich abgeschickt habe. Dies, zusammengehalten mit der von mir an oben angegebenem Orte früher veröffentlichten Erklärung, enthebt mich natürlich vollständig jedes weiteren Wortes an Prof. Panum, dessen Verdächtigungen um so hässlicher klingen, als sie aus dänischer Feder an deutsche Adresse gerichtet sind.

Druck von Carl Georgi in Bonn.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8.

Fig. 9

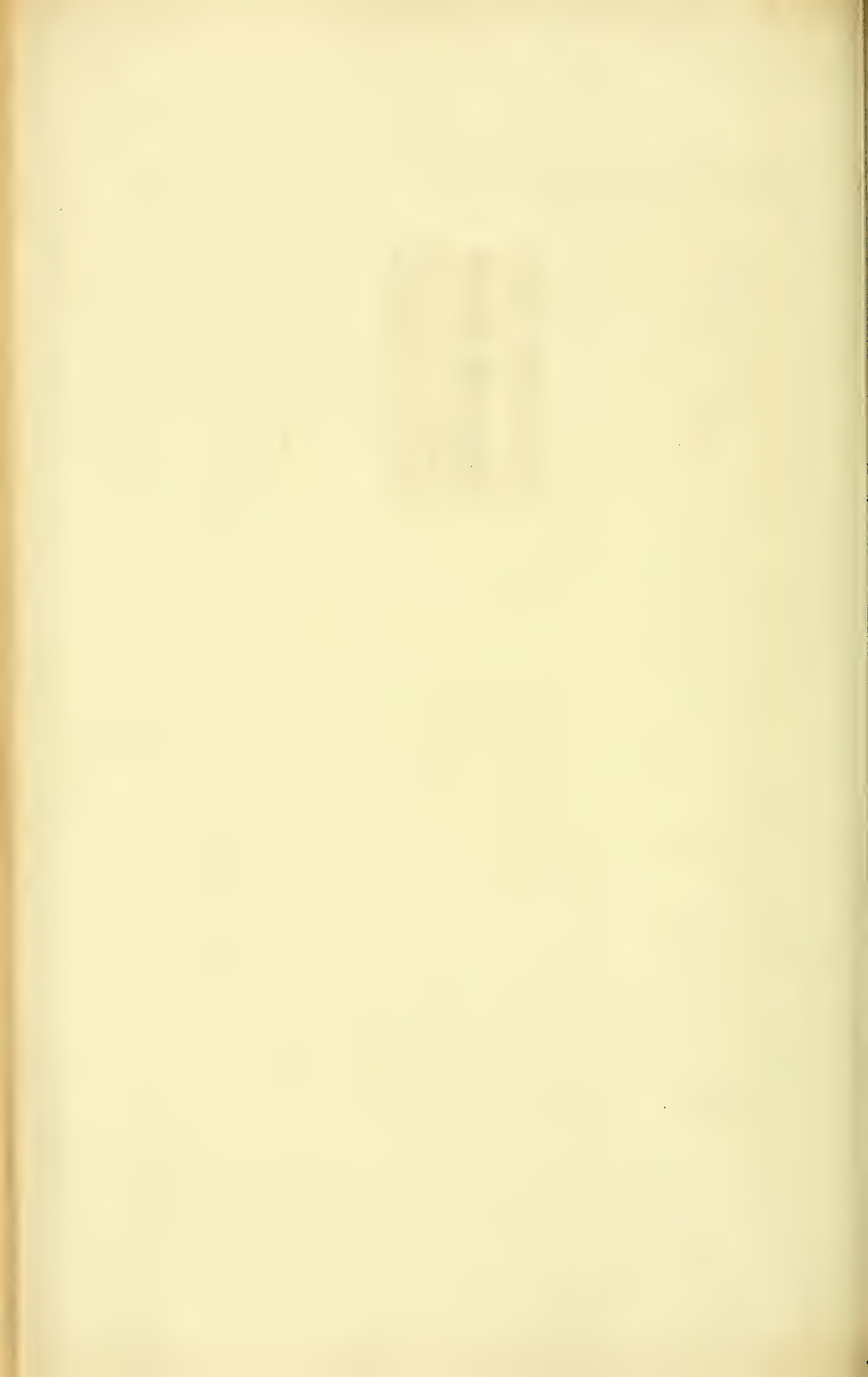
Fig. 9'

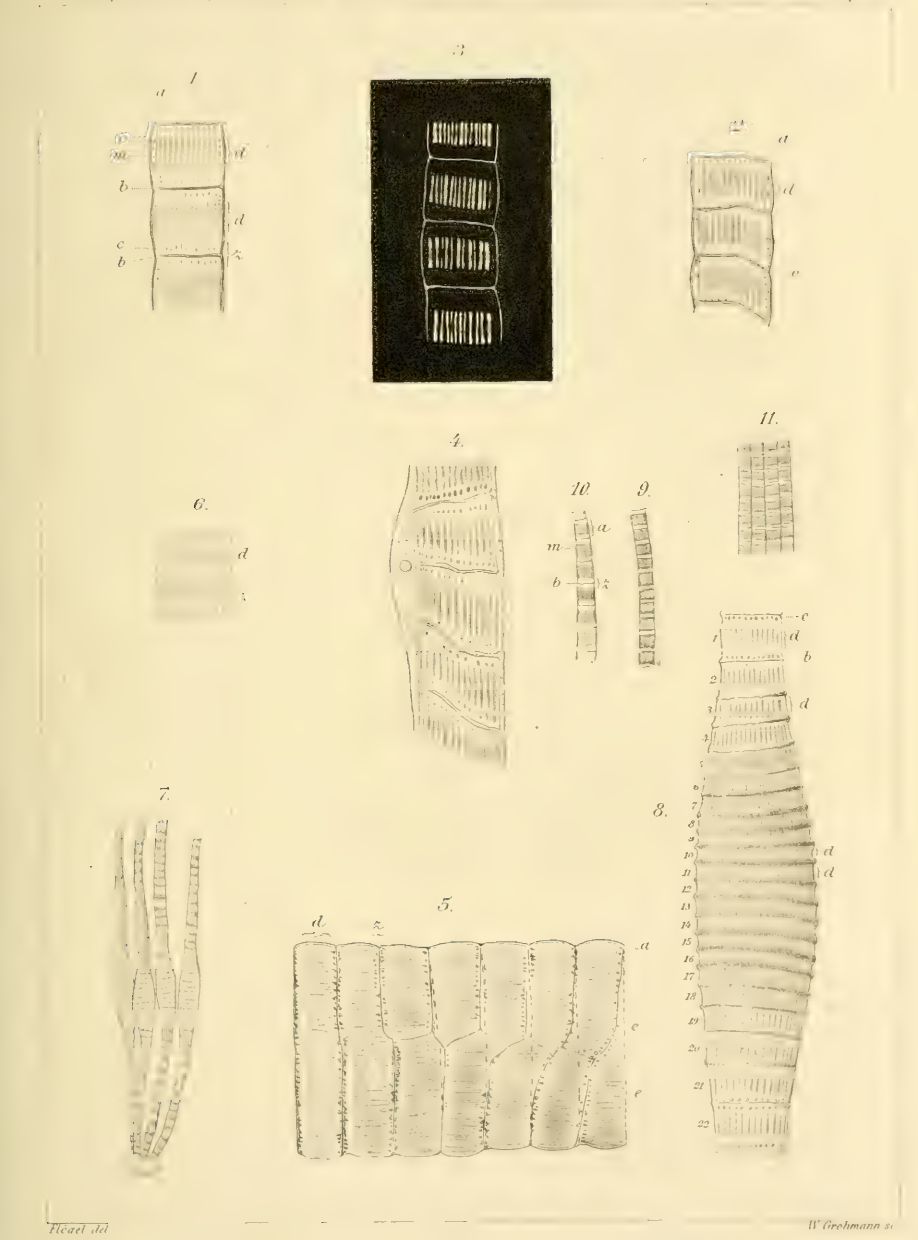
Fig. 10

Lith. Anst. v. ...







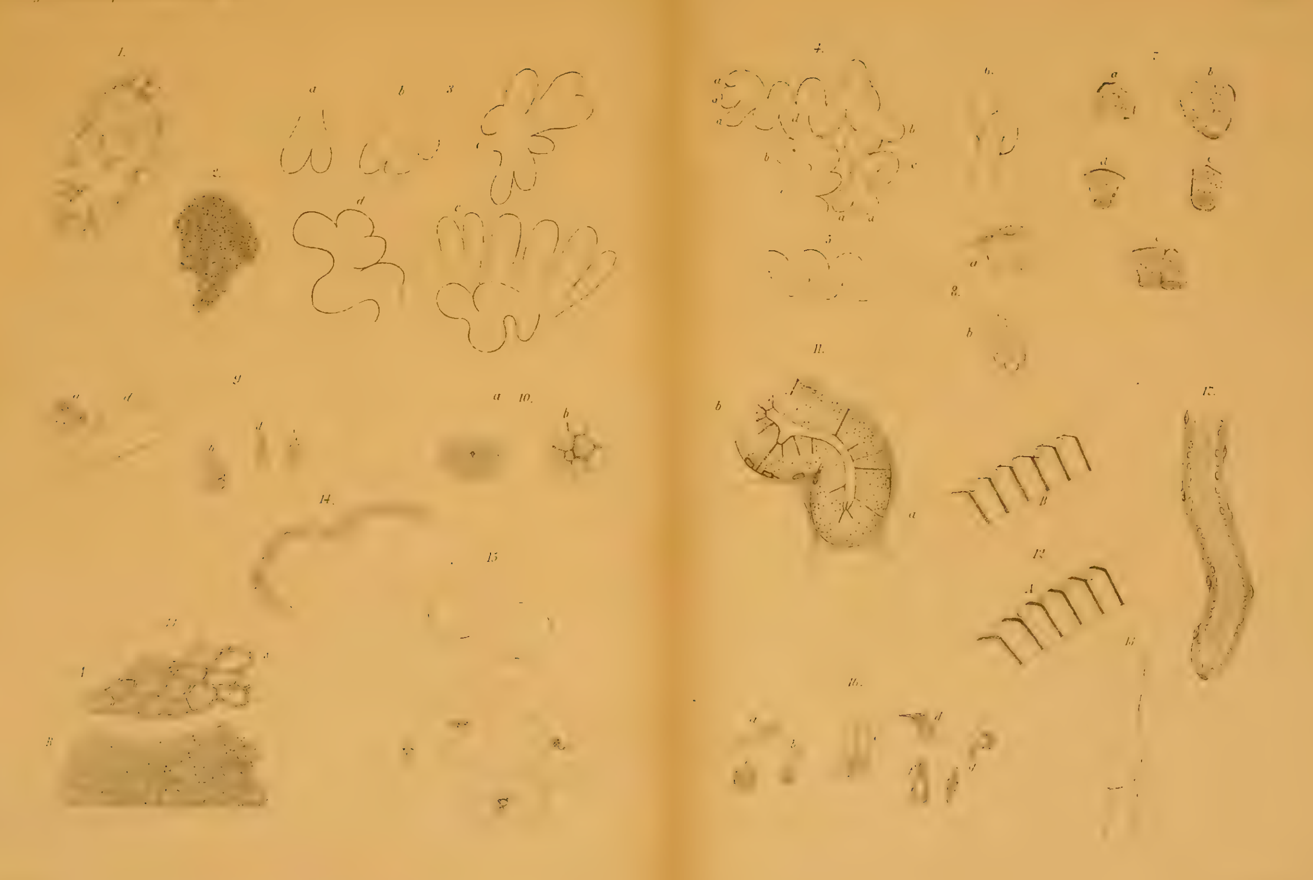


Flögel del. W. Grohmann sc.



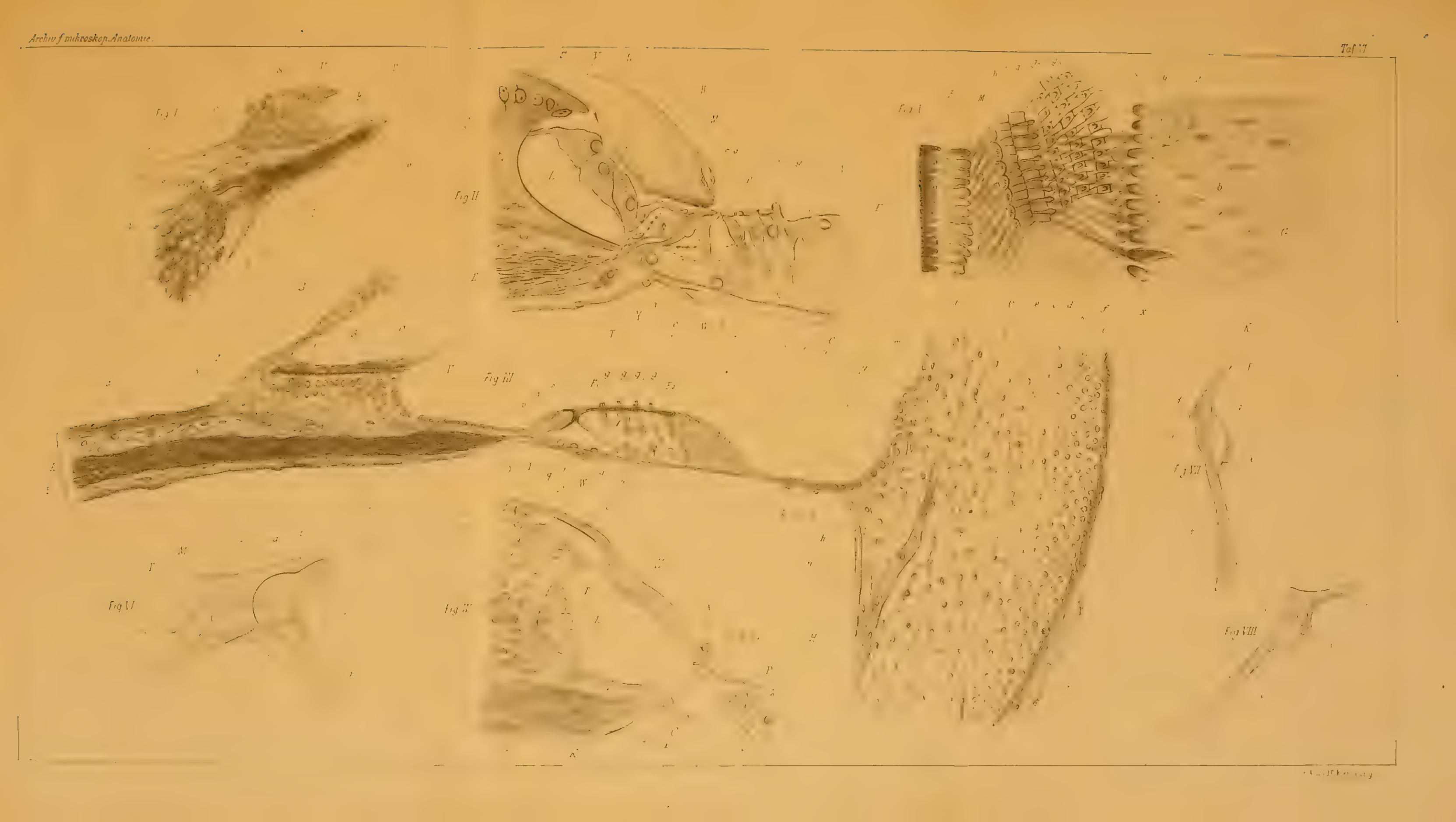

1.
2.
3.
a
b
c
4
5
6.
7.
8.
9.
a
b
c
10.
a
b
11.
12.
13.
14
15.
16.
a
b
17
18.
a
b
19.
20.
21.
a
b
c



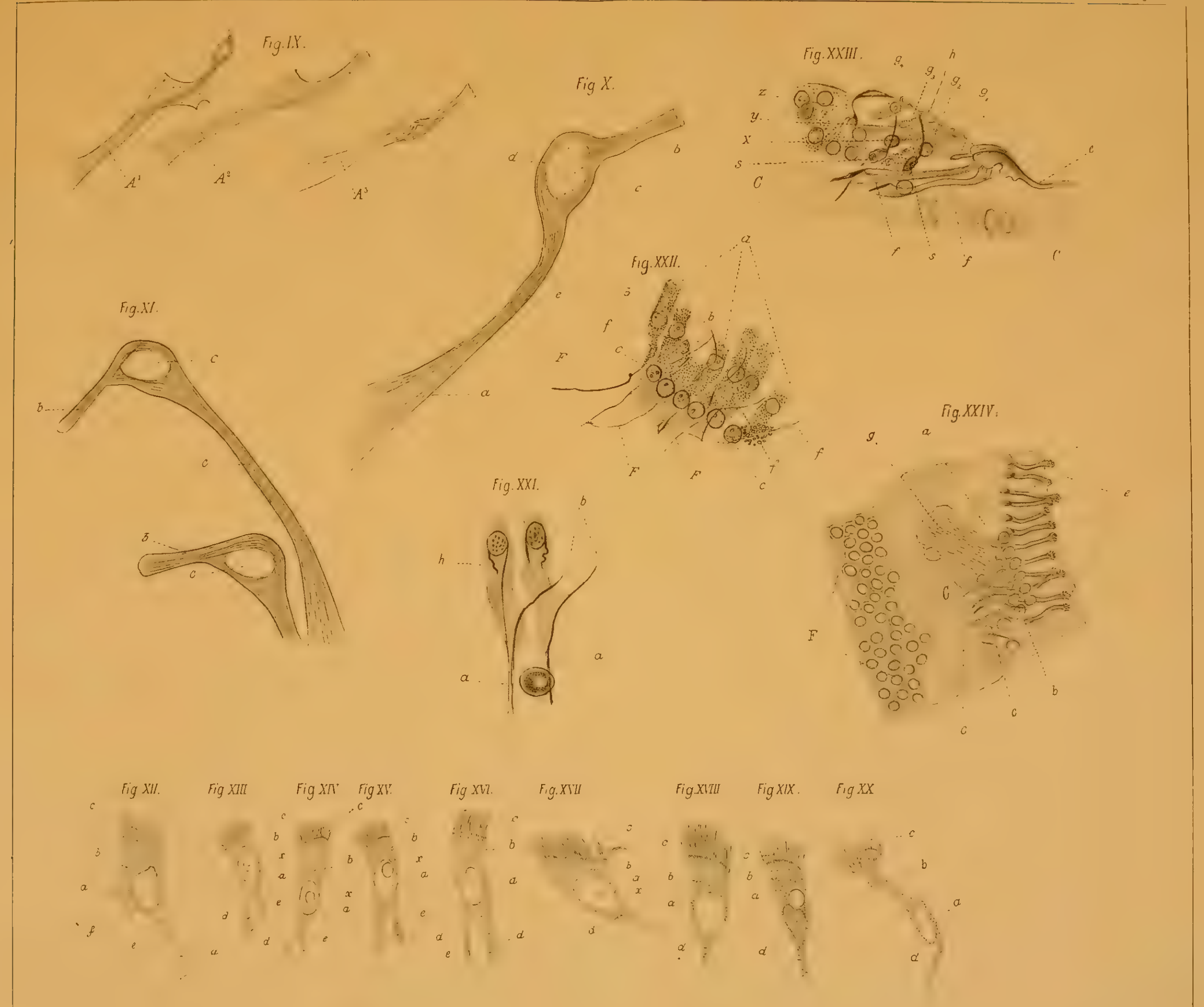


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



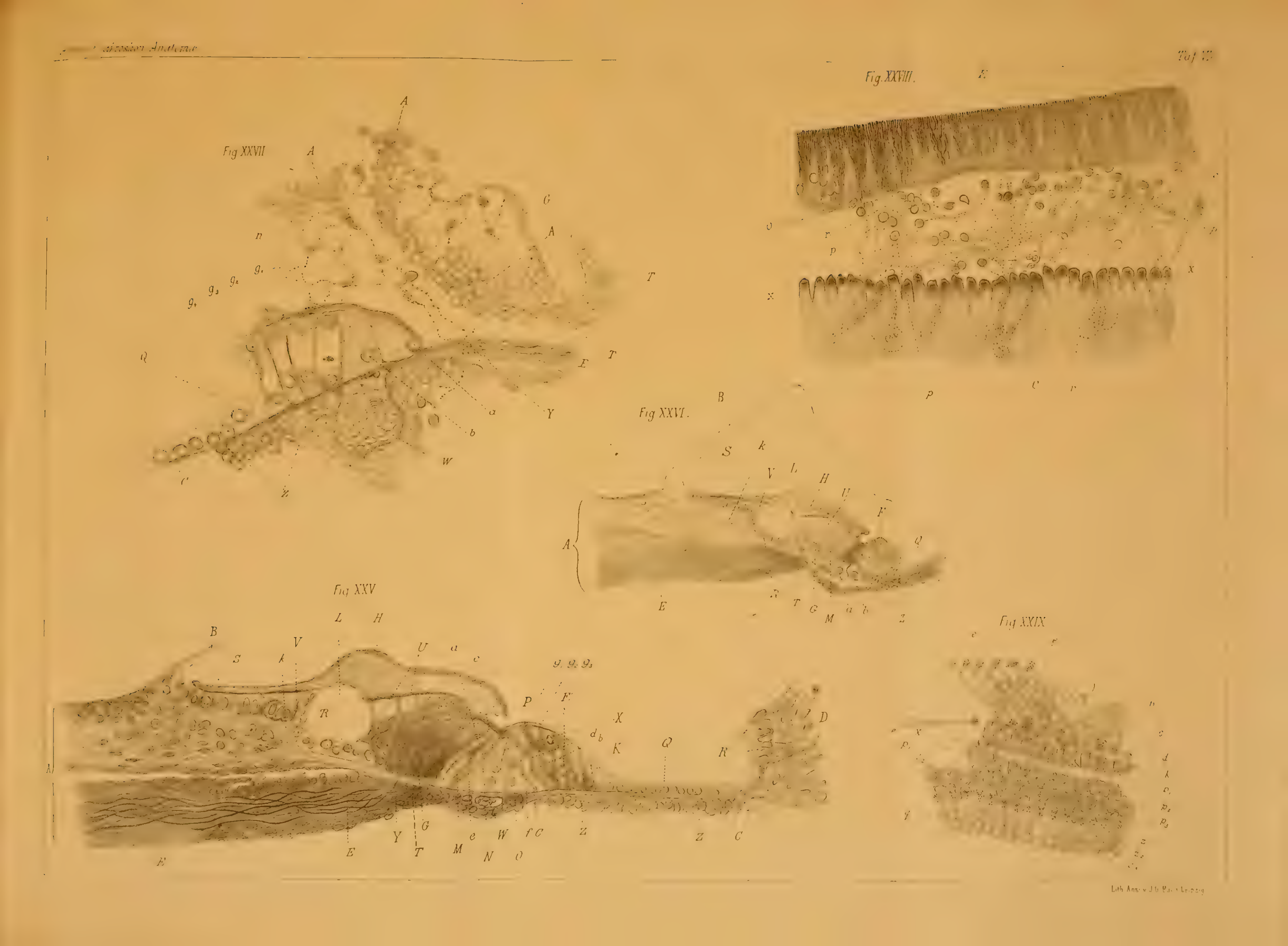

Archiv f mikroskop Anatomie.
Taf VI
Fig I
Fig II
Fig III
Fig VI
Fig VII
Fig VIII



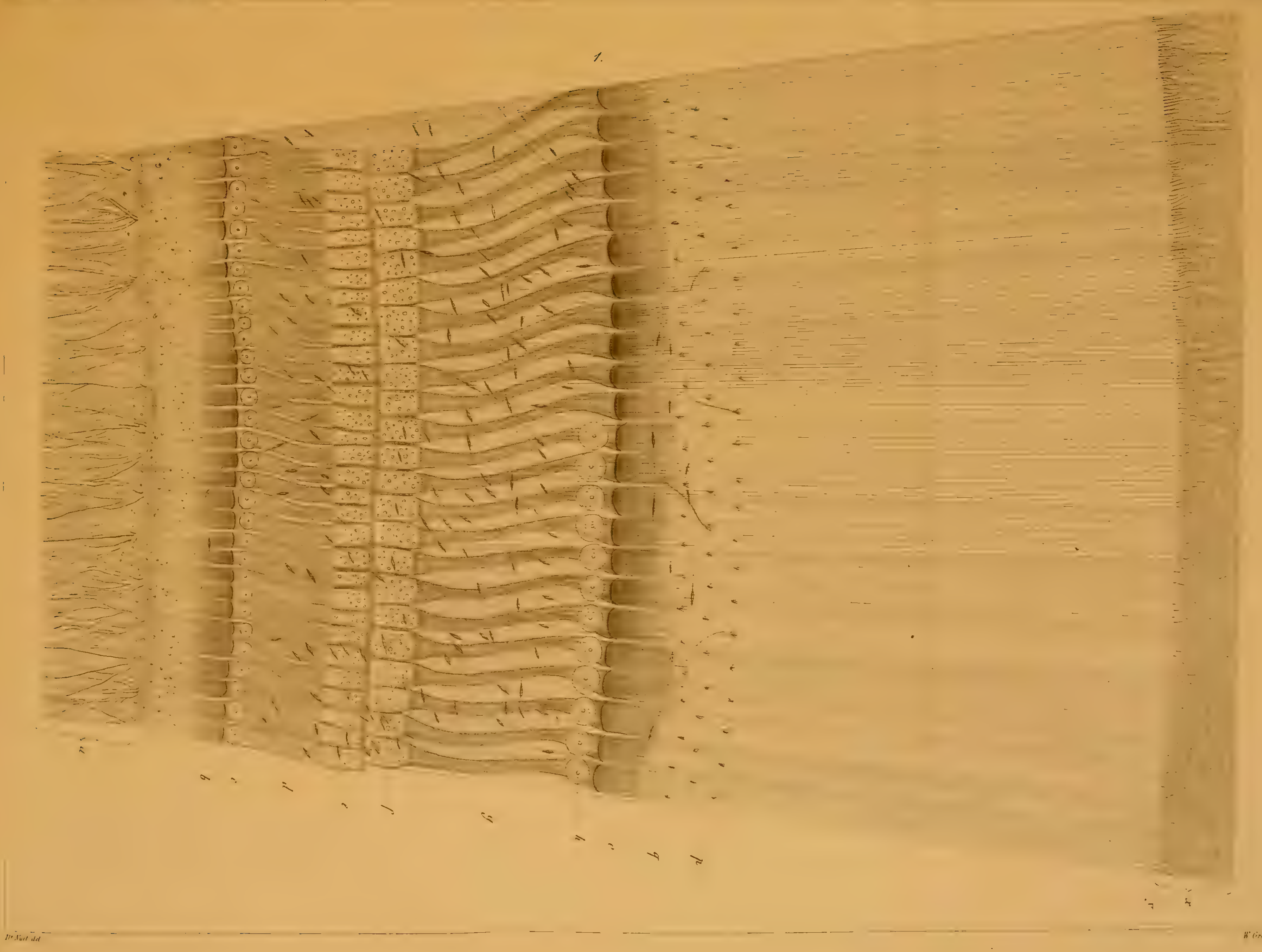


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

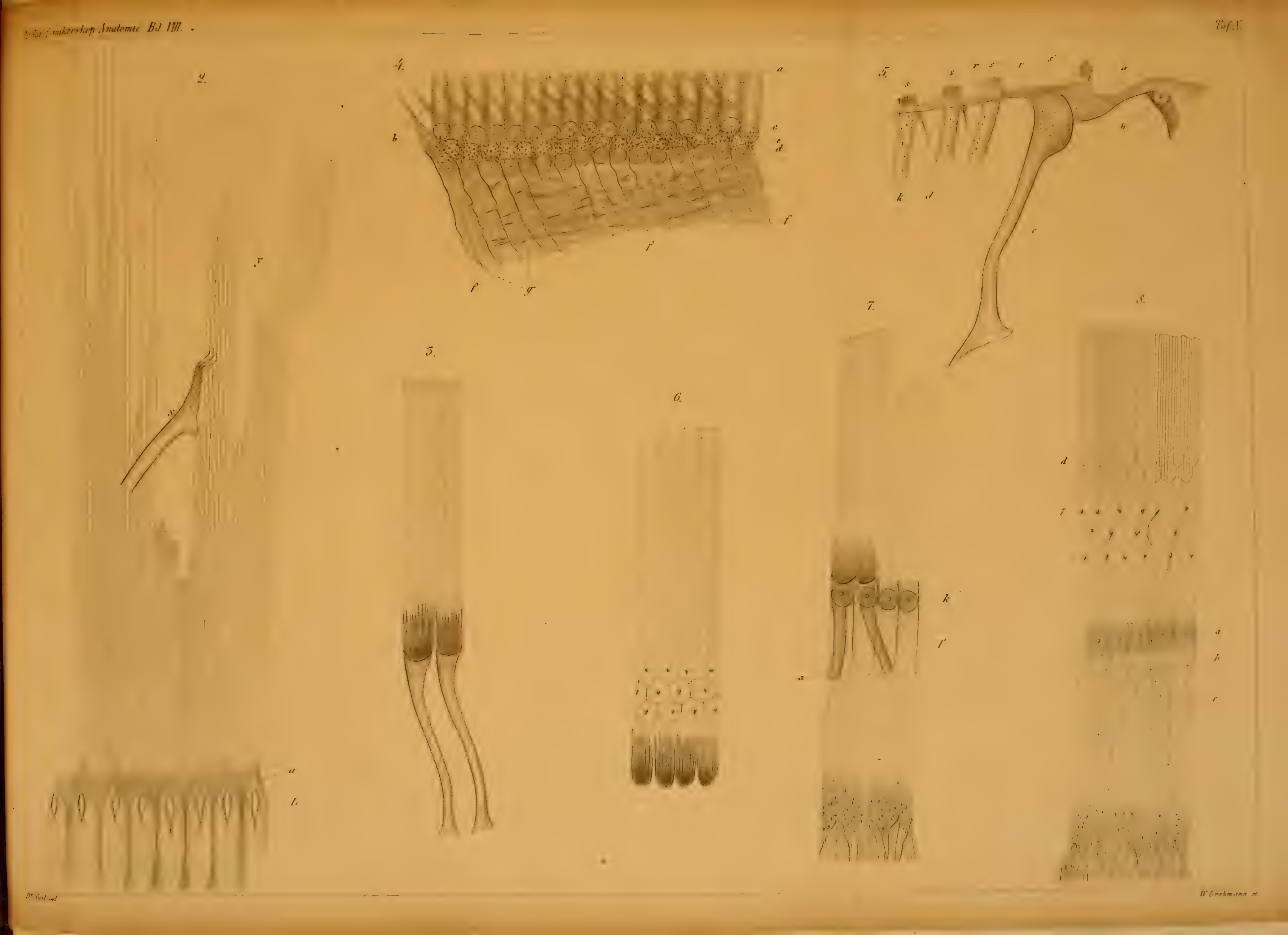



Fig. XXVIII.
Fig XXVII
Fig XXVI.
Fig XXV
Fig XXIX
Lith Anst v J G Bach Leipzig









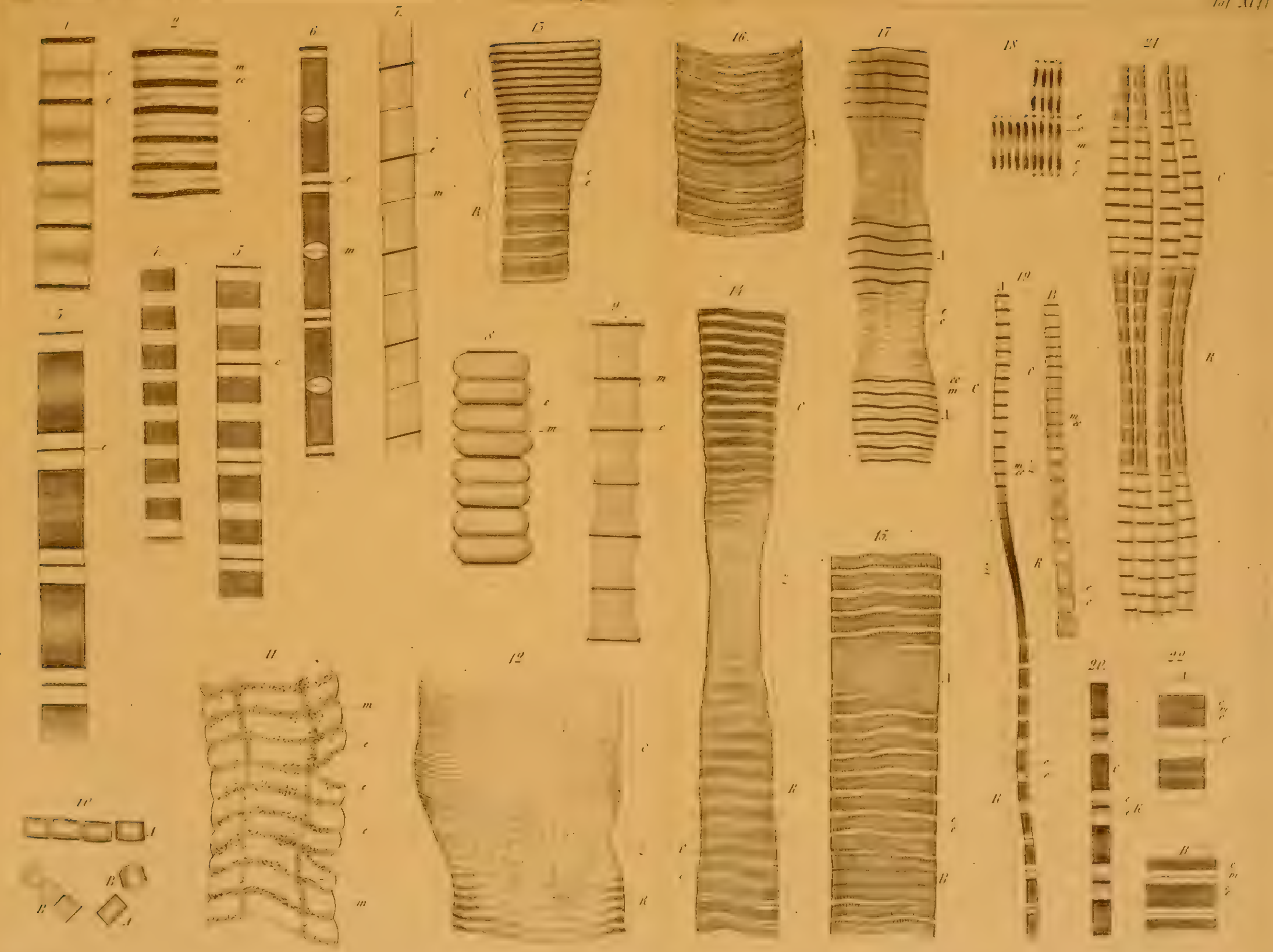



Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig





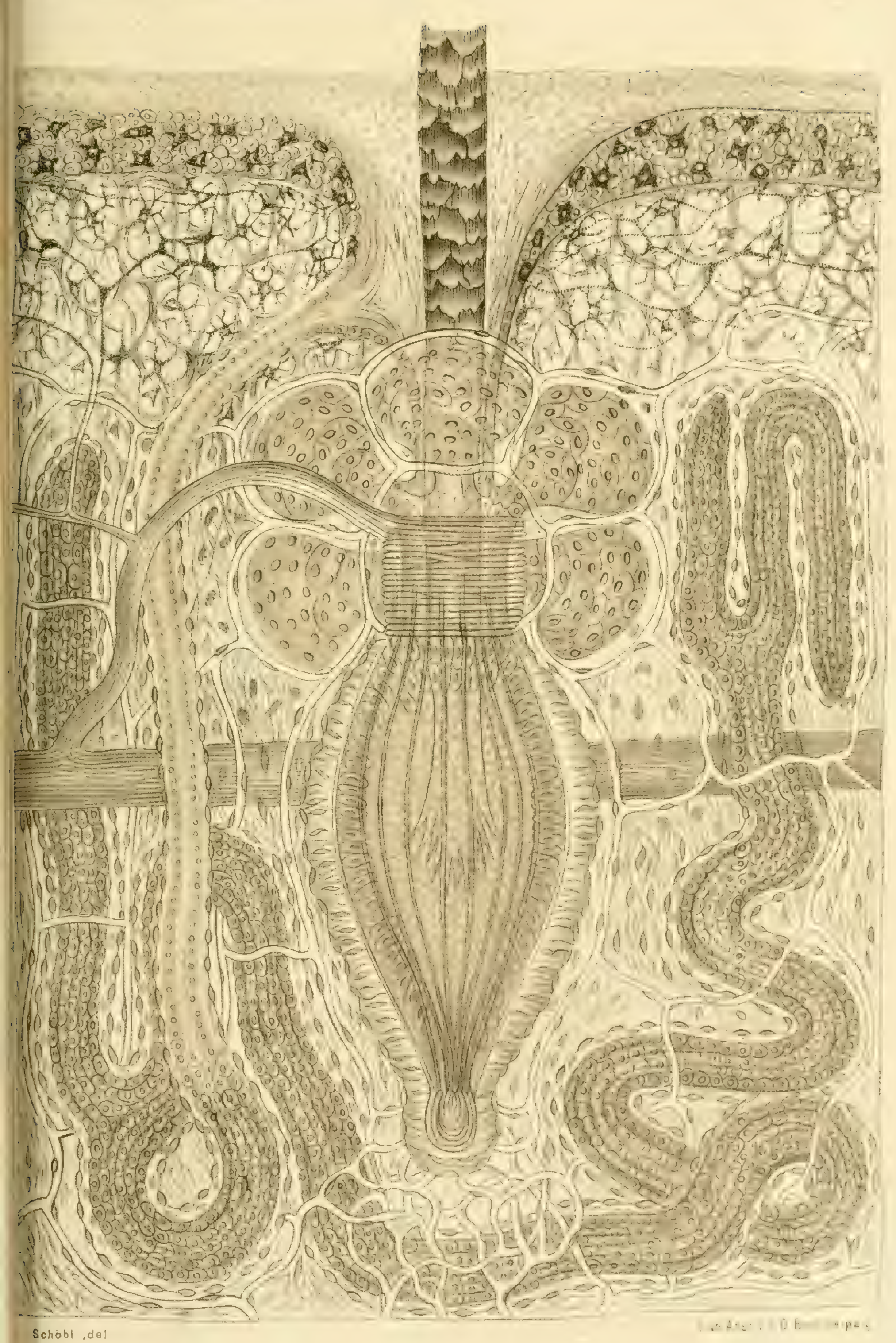




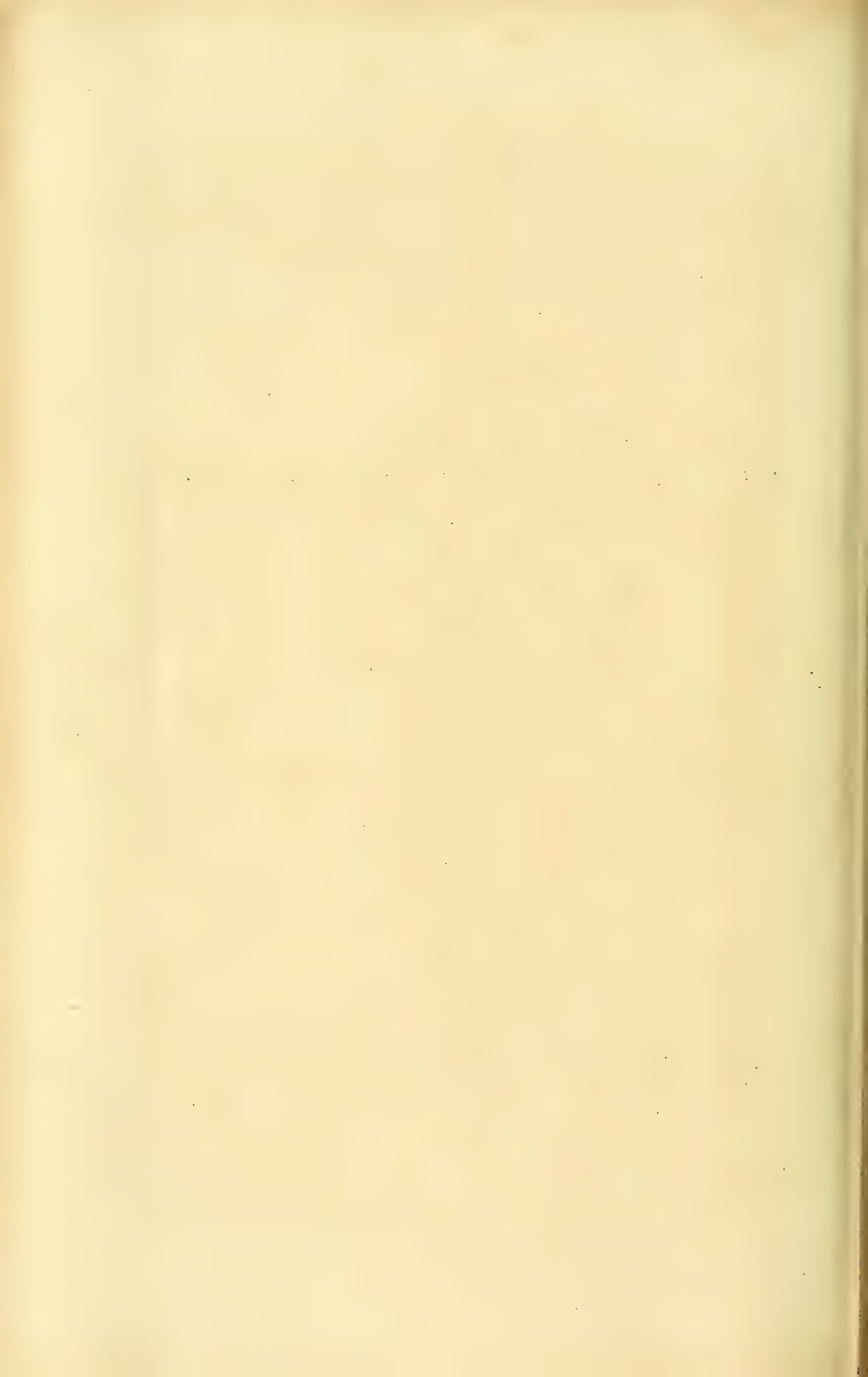
Merkel u. Peters del.

W. Grohmann sc.





Schöbl, del.



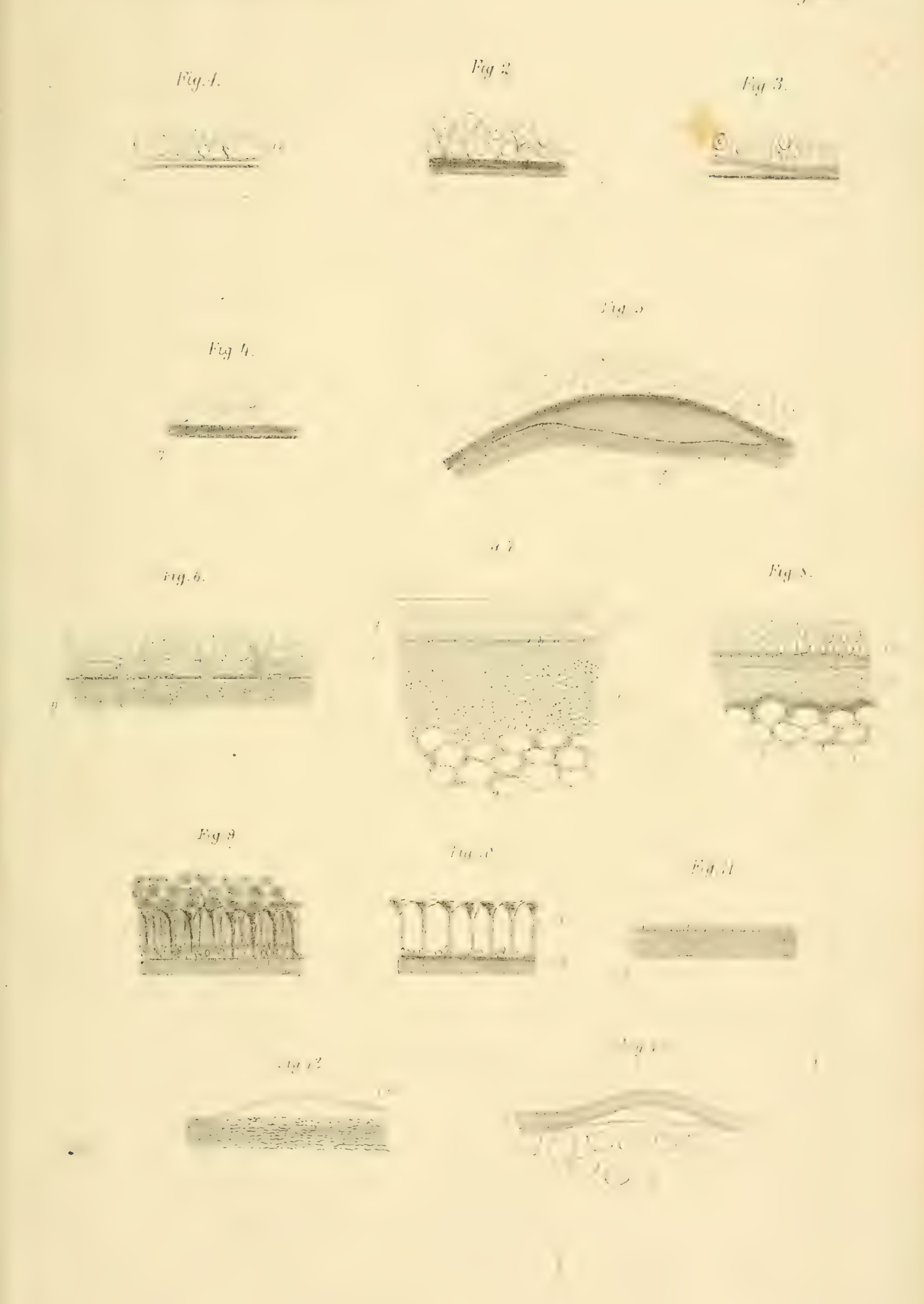








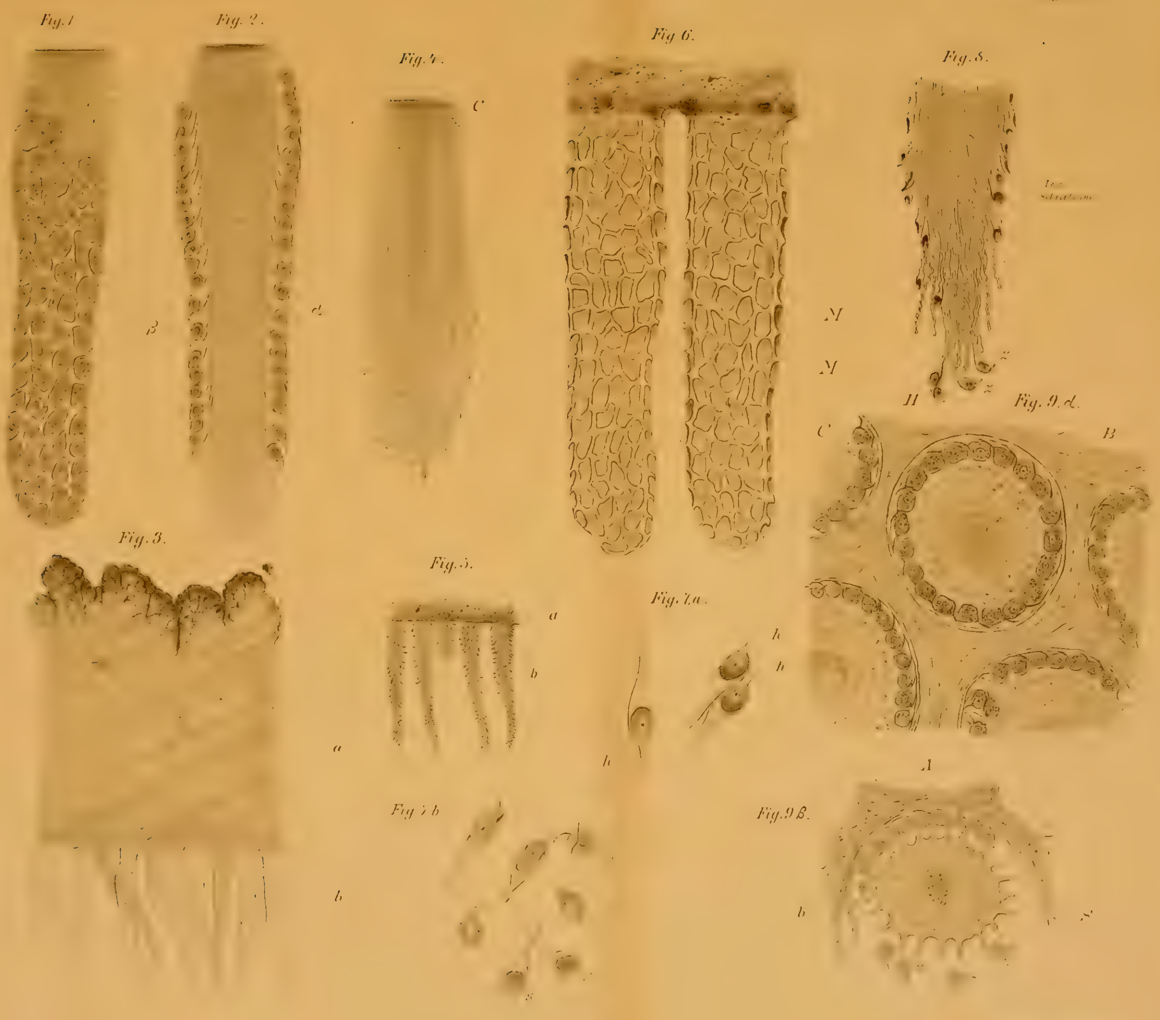




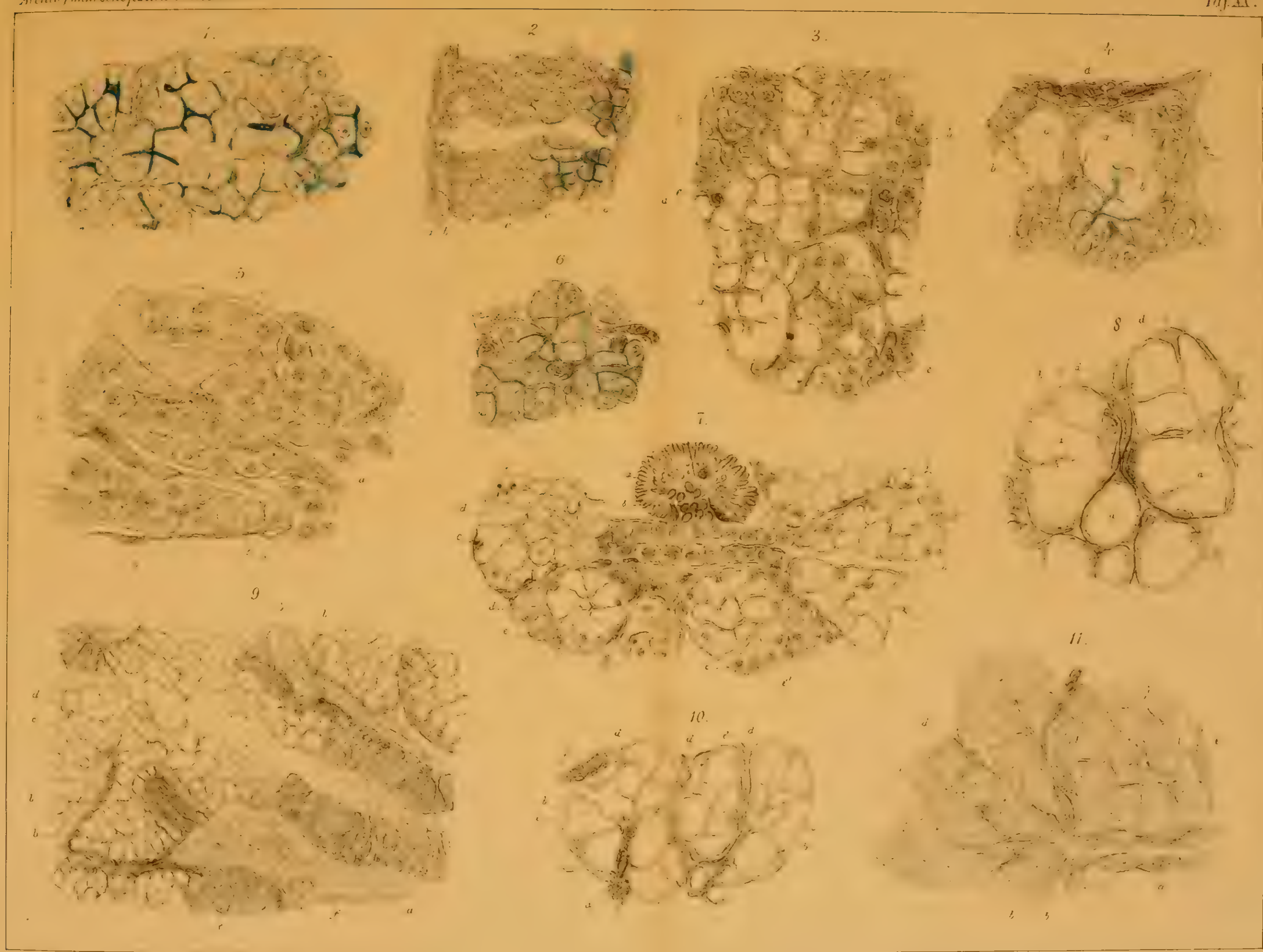
Eimer del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig




Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig 6.
Fig. 7 a.
Fig 7 b
Fig. 8.
Fig. 9. α.
Fig. 9 β.
β
α
C
M
M
H
C
B
A
a
b
a
b
h
h
h
b
S
s
z
z





v. Ebner, del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Fig. A

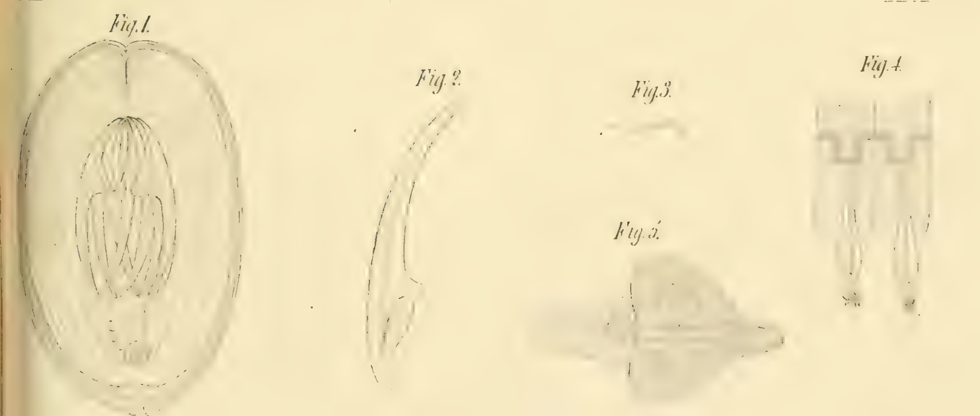
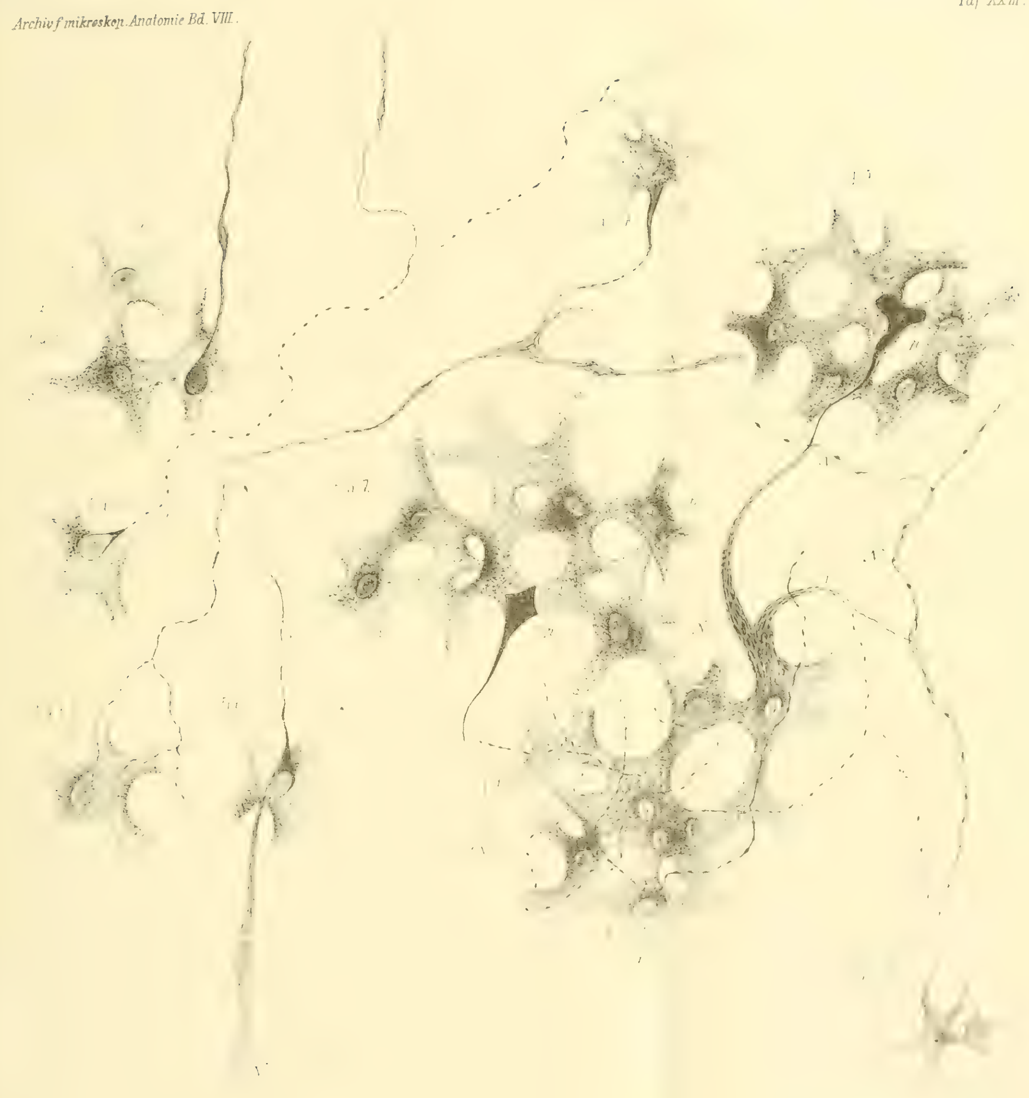





Fig. 1
Fig. 11
Fig. 2 A
Fig. 9
Fig. 2 B
Fig. 11
Ad Nat. del. v. M. Lavdovs.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Fig. 10 B.

Fig. 12.

Fig. 10 A.

Fig. 10 C.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

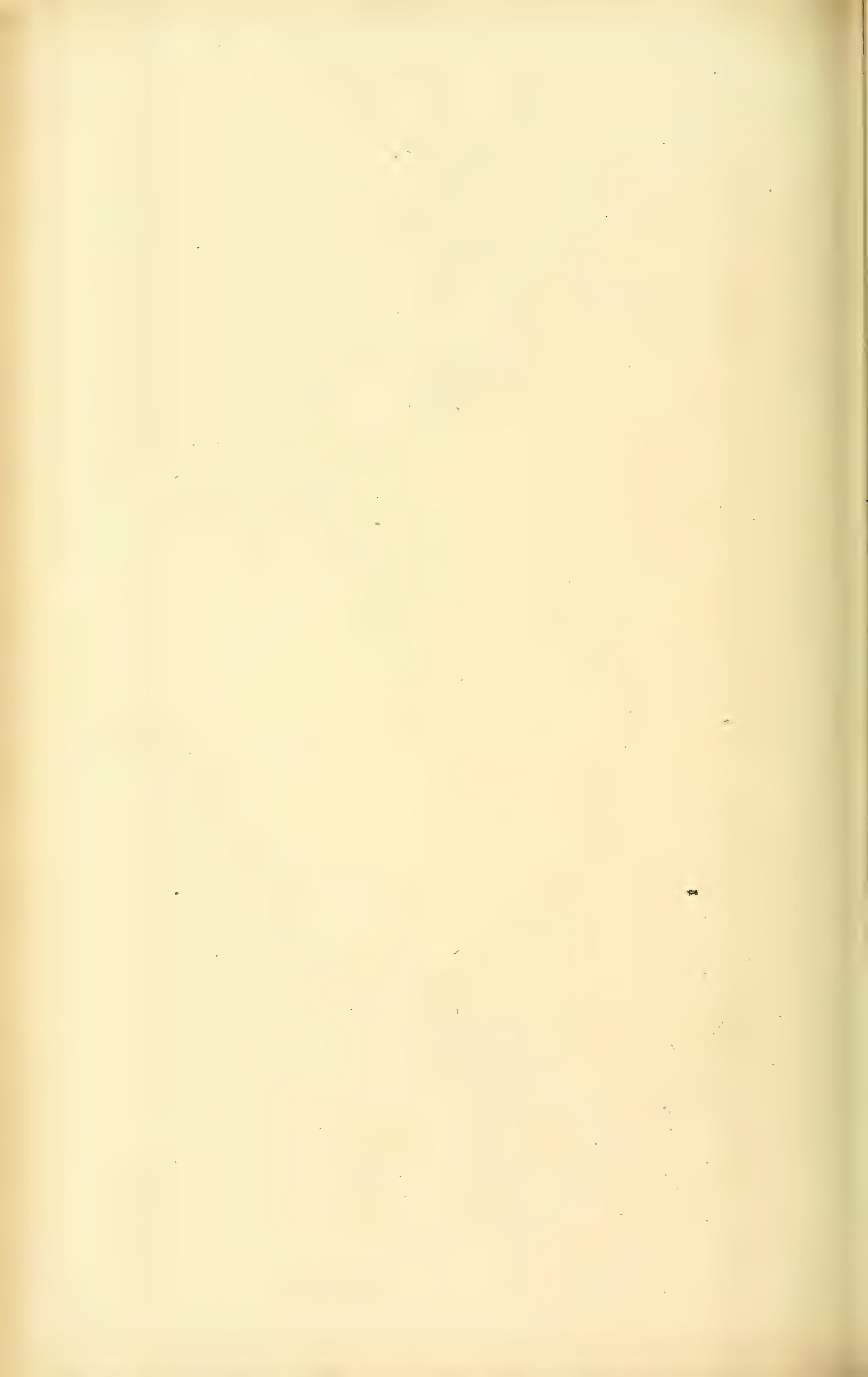
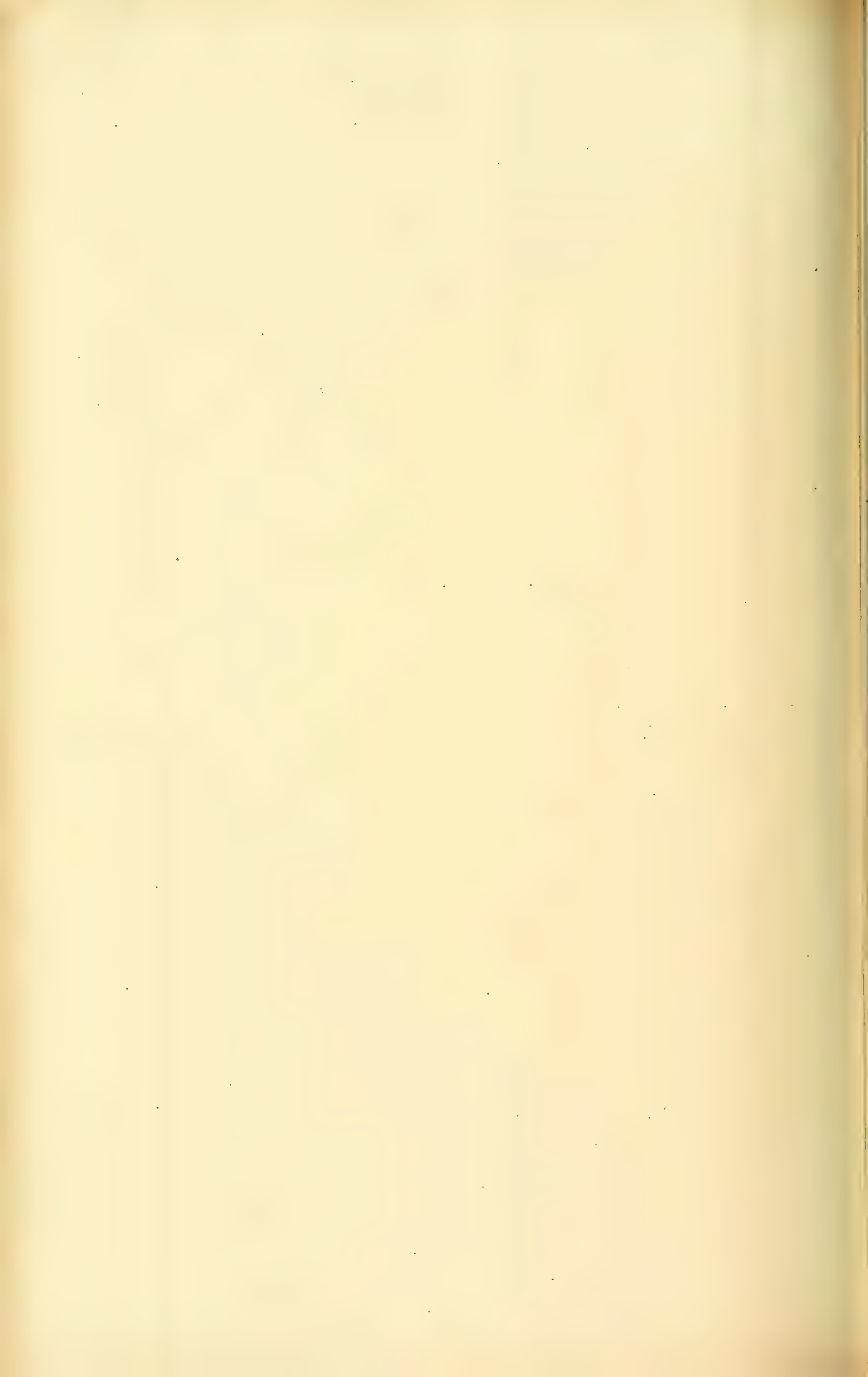
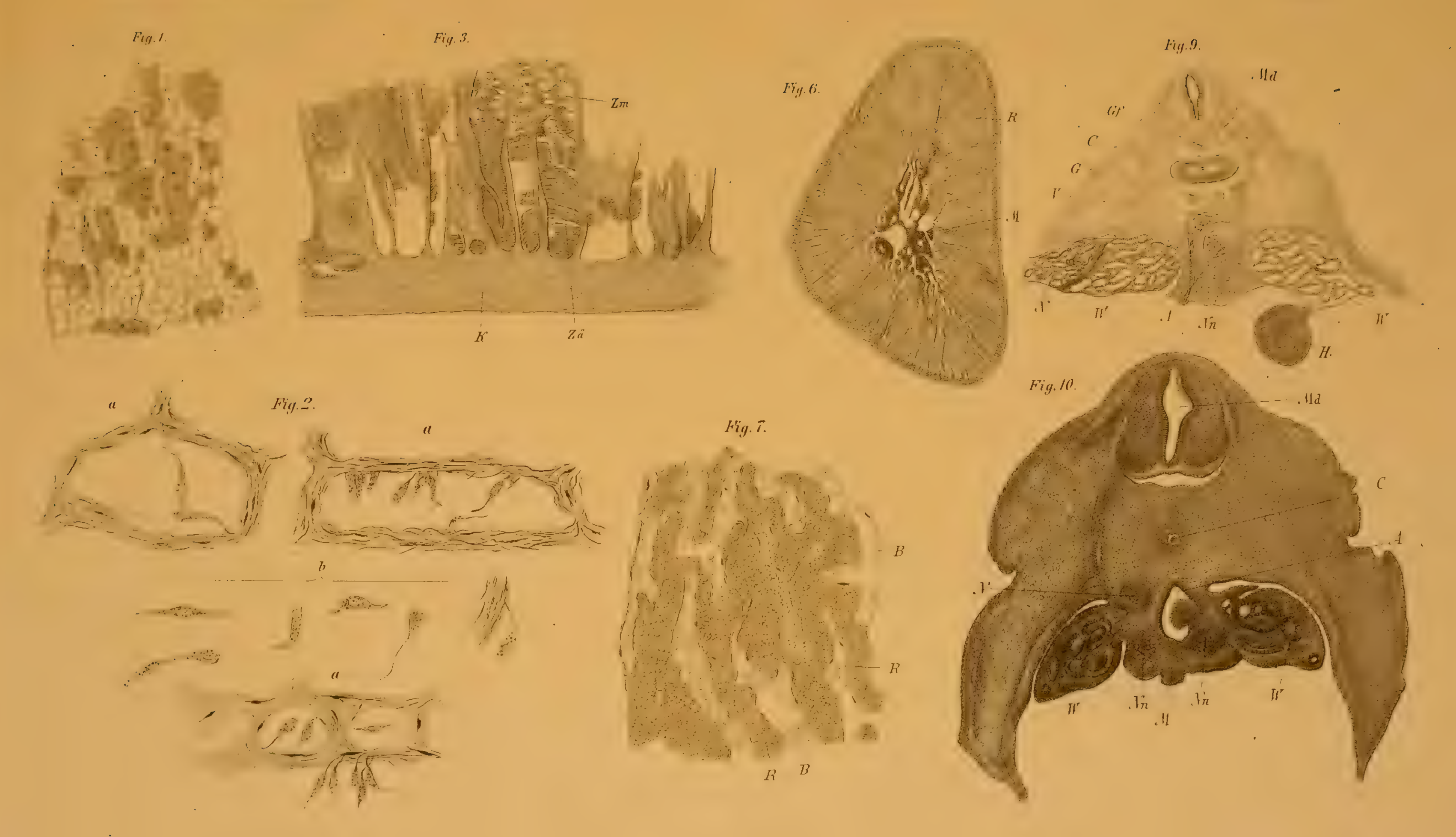



Fig. 7 A.
Fig. 7 B.
Fig. 7 C.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12 A.
Fig. 12 B.
Kyber ad nat. del.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 8.

Elsner del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig



Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,

Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Namen- und Sachregister

zu Band I—VIII

bearbeitet von

Franz Hunold.

Bonn.

Verlag von Max Cohen & Sohn.

1872.

Namen-Register.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

R.

S.

T.

V.

W.

Z.

Sach-Register.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Berichtigung zum Register.

Bei „Schultze, Max.“ pag. 11 ist ausgelassen dessen Aufsatz: „Ueber Secernirende Zellen in der Haut von Limax“ III 204.

Bonn, Druck von Carl Georgi.







